

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران - پژوهشکده آبی پروری (آبهای داخلی)

عنوان :
سازگاری و بهره‌گیری از دوجورپایان به منظور
غنی‌سازی استخرهای ماهیان گرم‌آبی

مجری :
علیرضا میرزاجانی

شماره ثبت
۸۸/۱۱۰۳

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران - پژوهشکده آبی پروری (آبهای داخلی)

-
- عنوان پروژه: سازگاری و بهره گیری از دوجورپایان به منظور غنی سازی استخرهای ماهیان گرم آبی
شماره مصوب: ۸۶۰۴۶-۰۰۰-۰۱-۲۰۰۰۰-۲۰۳۱-۲
- نام و نام خانوادگی نگارنده / نگارنده گان: علیرضا میرزاجانی
- نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرح های ملی و مشترک دارد):
- نام و نام خانوادگی مجری / مجریان: علیرضا میرزاجانی
- نام و نام خانوادگی همکاران: هادی بابایی - سبک آرا - مرضیه مکارمی - سیامک باقری - محمدرضا تورجی - احمد قانع - سپیده خطیب - صیاد رحیم - زحمتکش - خوشحال - مهدی ایران
- نام و نام خانوادگی مشاور (ان): کریم مهدی نژاد
- محل اجرا: استان گیلان
- تاریخ شروع: ۸۶/۱/۱
- مدت اجرا: ۲ سال
- ناشر: مؤسسه تحقیقات شیلات ایران
- شمارگان (تیراژ): ۱۵ نسخه
- تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۸
- حق چاپ برای مؤلف محفوظ است - نقل مطالب تصاویر، جداول، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است.

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION- Inland Waters Aquaculture
Research Center

Title:

**Adaptation and use of amphipoda in
fish culture ponds in order to
increase fish production**

Executor :

Ali Reza Mirzajani

Registration Number

2009.1103

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Inland Waters
Aquaculture Research Center

Title : Adaptation and use of amphipoda in fish culture ponds in order to increase fish production

Apprpved Number:2-031-200000-01-0000-86046

Author: : Ali Reza Mirzajani

Executor : Ali Reza Mirzajani

Collaborator : H. Babaei, M. R. Toragi, A. Ganesh, J. Sabkara, M. Makaremi, S. Khatib, M. Sayadrahim, Y. Zahmatkesh, J. Khoshhal, S. Bagheri, M. Iran

Advisor(s): K. Mehdinezhad

Location of execution : Guilan province

Date of Beginning :2007

Period of execution :2 Years

Publisher : *Iranian Fisheries Research Organization*

Circulation : 15

Date of publishing : 2009

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference



پروژه: سازگاری و بهره‌گیری از دوجورپایان به منظور غنی‌سازی استخرهای ماهیان گرم‌آبی

کد مصوب: ۸۶۰۴۶-۰۰۰۰-۰۱-۰۰۰۰-۲۰۰۰-۲۰۳۱

با مسئولیت اجرایی: علیرضا میرزاجانی^۱

توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش آبزیان مورد ارزیابی و در تاریخ ۱۳۸۸/۷/۲۶ با نمره ۱۴/۶ و رتبه متوسط مورد تأیید قرار گرفت.

معاون تحقیقاتی موسسه تحقیقات شیلات ایران

^۱ آقای علیرضا میرزاجانی متولد سال ۱۳۵۰ در شهرستان بندرانزلی بوده و دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته محیط زیست می‌باشد و در زمان اجرای پروژه: سازگاری و بهره‌گیری از دوجورپایان به منظور غنی‌سازی استخرهای ماهیان گرم‌آبی

☐ ایستگاه

☐ مرکز

☒ پژوهشکده

☐ در ستاد

با سمت مسئول بخش اکولوژی مشغول فعالیت بوده است.



به نام خدا

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه
چکیده		۱
۱- مقدمه		۳
۲- مواد و روشها		۸
۱-۲- فاز اول: مطالعات آزمایشگاهی سال ۱۳۸۶		۱۳
۱-۱-۲- پرورش ناجورپایان در مخازن فایبر گلاس		۱۳
۲-۱-۲- پرورش کپور با استفاده ناجورپایان و غذای کنستانتره		۱۳
۳-۱-۲- مقایسه کیفی و برخی ملاحظات زیست محیطی کپورهای پرورشی		۱۵
۲-۲- فاز دوم: بررسی سازگاری ناجورپایان در استخرهای پرورش ماهی سال ۱۳۸۷		۲۳
۳- نتایج		۲۸
۱-۳- فاز اول: نتایج مطالعات آزمایشگاهی سال ۱۳۸۶		۲۸
۲-۳- فاز دوم: نتایج بررسی سازگاری ناجورپایان در استخرهای پرورش ماهی طی سال ۱۳۸۷		۳۷
۴- بحث		۴۸
پیشنهاها		۵۸
منابع		۶۰
چکیده انگلیسی		۶۵

چکیده

استفاده از غذای زنده در تغذیه آبزیان و غنای آنها در استخرهای پرورش ماهی همواره مورد توجه بوده و انواع سخت پوستان از جمله گروه‌هایی هستند که در مراحل مختلف، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ناجورپای *Pontogammarus maeoticus* از سخت پوستان غالب ناحیه ساحلی دریای خزر بشمار رفته و در بسترهای شنی و صدفی حضور غالب داشته و دارای فراوانی بالا هستند. این بررسی به منظور سازگاری و بهره‌گیری گونه مذکور در استخرهای پروراندی ناحیه شمالی کشور طراحی گردید.

در بخش اول این تحقیق که در فاز آزمایشگاهی انجام گرفت؛ رشد و توسعه ناجورپایان ساحل در وانهای ۲۰۰ لیتری آزمون گردید و پس از آن اثر شوری در بقاء و رشد ناجورپایان در چند آکواریوم با تعداد مشخصی از ناجورپایان آزمون گردید. در مرحله دیگر مطالعات آزمایشگاهی، درکنار پرورش کپور با ناجورپای *P. maeoticus*، ترکیب شیمیایی *P. maeoticus* دریای خزر و کپورهای تغذیه شده با آن اندازه‌گیری شده و با کپورهای پرورش یافته در استخر قیاس گردیدند. بواسطه توجه به سلامت و بهداشت عمومی دربخشی از مطالعات آزمایشگاهی مقادیر فلزات سنگین در *P. maeoticus* ساحل و کپورهای تغذیه شده با آنها، همچنین در کپورهای پرورش یافته در استخرها سنجش و مقایسه گردید.

در فاز دیگر پروژه بررسی سازگاری ناجورپایان در استخرهای پرورش ماهی انجام گرفت. ناجورپای *P. maeoticus* از ساحل دریای خزر جمع‌آوری شده و در قفسهای نصب شده در استخرها قرار داده شدند، بررسیها در چهار استخر (۲ استخر دارای قفس نگهداری ناجورپایان و دو استخر فاقد آن) انجام گرفت. همچنین در گوشه استخرهای واجد قفس با تورکشی و استقرار گیاه آزولا محیط مناسب گونه *Obesogammarus acuminatus* فراهم گردید. عملیات معمول پرورش ماهی نیز در استخرها انجام و فاکتورهای زیستی و غیرزیستی طی دوره پرورش سنجش گردید.

نتایج بررسی عدم توفیق رشد و توسعه ناجورپایان را در وانهای مورد آزمایش نشان داد، رشد و توسعه ناجورپایان در آکواریومهای با آب دریا نتایج بهتری را در بر داشته هرچند در برخی آکواریومهای با آب شیرین افزایش تعداد این موجودات مشاهده شد. نتایج بررسی ترکیب شیمیایی کپورهای تغذیه شده با مقادیر متفاوت

ناجورپایان با نمونه های استخری عدم تفاوت معنی دار را نشان داد، درحالیکه مقادیر پروتئین ، چربی، خاکستر و رطوبت در سطح بالایی قرار داشته است.

ارزیابی ارگانولپتیک ماهیان نشان داد تیمار کپورهای تغذیه شده با *P. maeoticus* از کیفیت مطلوب تری برخوردار بوده اند. نتایج حاصل از سنجش فلزات سنگین در بافت ماهیان و مواد غذایی استفاده شده نشان داد که مقادیر روی و آهن در ناجورپایان بالا بوده که متعاقب آن میانگین مقادیر فلزات مذکور در کپورهای تغذیه شده با پنتو گاماروس بالاتر شده است. فلزات سنگین مس، سرب و کادمیوم در بافت پنتوگاماروس در سطح بالایی سنجش گردید. سنجش مقادیر آنها در کپورهای پرورشی تفاوت چندانی نشان نداده است.

نتایج جایگزینی نمونه های دو جورپا در قفسهای نصب شده عدم سازگاری آنها را نشان داد که پس از سپری شدن دو هفته به کمترین تعداد ممکن رسیدند. تجزیه تحلیل عوامل هیدروشیمی در استخرها حکایت از روند مشابه تغییرات در استخرهای طی ماههای مختلف داشته و مقادیر نیتروژن کل و فسفر کل و یون آمونیوم در قفسها بیشتر از محیط استخرها بوده ضمن آنکه میزان اکسیژن در آنها پائینتر بوده است. کاهش اکسیژن در اوایل صبح از دیگر عوامل محدود کننده و از دلایل عدم توفیق در سازگاری نمونه ها بوده است. وجود دو فرم سازگار در شوریه های مختلف گونه *P. maeoticus* قابل تامل بوده و تائید صحت مطالعات ریخت شناسی و روشهای ملکولی این گونه در دو حوزه سیاه و خزر قادر خواهد بود عدم توفیق سازگاری این گونه را در منطقه جنوب دریای خزر توجیه نماید و بهره گیری از فرمی که سازگاری بیشتری با آب شیرین دارد را پیشنهاد نماید. همچنین استفاده از آنها در استخرهای پرورش ماهی که از آب لب شور استفاده میکنند میتواند نتایج بهتری به همراه داشته باشد.

۱- مقدمه

در استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی چهار گروه اصلی آبزیان یعنی ماهیها، فیتو پلانکتونها، زئو پلانکتونها و کفزیان وجود دارند و تولید گوشت ماهیان پرورشی عمدتاً بمیزان تولید زی شناوران بستگی دارد. در دوره پرواربندی، تولید گوشت ماهی، کیورنقره‌ای بمیزان ۱۰۰٪، ماهی سرگنده به میزان ۷۰ تا ۱۰۰ درصد و کیور معمولی حدود کمتر از ۵۰٪ در نتیجه پلانکتونها حاصل میشود (قناعت پرست و همکاران، ۱۳۷۷).

در این ارتباط گونه ماهی کیور از غذاهای مصنوعی مانند غلات و غذاهای طبیعی به خوبی تغذیه نموده و رشد سریعی می‌یابد، میزان تولید در واحد سطح بسیار زیاد و بستگی به شرایط محیطی و روشهای پرورش دارد. معمولاً با کاربرد روشهای غیرمتراکم میتوان به تولیدی در حدود ۵/۰ تن در هکتار دست یافت در حالیکه با به کارگیری فن آوری پیشرفته حتی در اقلیم مناطق معتدله میتوان تولید را به ۲ تا ۳ تن در هکتار افزایش داد (لازلو و تاماش، ۱۹۴۰) و این در حالیست که متوسط تولید کل در استخرهای پرورش ماهی استان گیلان ۴/۴ تن در هکتار میباشد.

نیاز به میزان پروتئین در رژیم غذایی بطور معمول بصورت درصد ثابتی از رژیم غذایی یا به عنوان نسبت پروتئین انرژی رژیم غذایی بیان میگردد. تاکنون بالغ بر ۳۰ گونه ماهی و میگو به این روش مورد آزمایش قرار گرفته‌اند و نیاز یکسان به رژیم پروتئین زیادی در حدود ۵۷ - ۲۴ درصد یا برابر ۷۰ - ۳۰ درصد محتوی انرژی رژیم غذایی به شکل پروتئین را نشان داده است. میزان پروتئین فراوان در انواع ماهیان گوشتخوار مشاهده شده است. نیازمندی رژیم پروتئین بالا در میگو و ماهی عموماً به عادات غذایی گوشتخواری و همه چیز خواری آنها استفاده ترجیحی آنها از پروتئین بیش از هیدرات کربن به عنوان منبع انرژی غذایی میباشد (تاکون، ۱۳۸۴).

پروتئین حیوانی در جیره غذایی ماهی کیور حدود ۲۵-۲۲ درصد کل غذای مورد مصرف را تشکیل میدهد، اگر در طی دوره پرورش، اوضاع به خوبی پیش رفته و تراکم ماهی در استخر بیش از حد معمول نباشد تولید زئو پلانکتونها و حشرات جهت تامین حداکثر رشد کفایت خواهد کرد. حدود ۷۵ درصد باقیمانده، غذایی است که ماهی کیور از گیاهانی مانند علوفه آبزی نرم، ساقه، ریشه‌ها و دانه‌ها و آنچه پرورش دهنده در اختیار آن قرار میدهد بدست می‌آورد (میشل، بی‌تا).

بر اساس مطالعات محققان مختلف ماهیان انگشت قد *Cyprinus carpio* و کپورهای درحال رشد نیازمندی پروتئین روزانه ۳۴ تا ۳۵ درصد دارند (اخذ شده از تاکون، ۱۳۸۴).

مقدار تغذیه ماهی در واکنش به عوامل مختلف و براساس دما در فصل رشد متغیر است. ماهی کپور در ۸ تا ۱۰ درجه سانتی گراد شروع به تغذیه میکند و با افزایش دمای آب به ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد اشتهای ماهی بیشتر شده و قادر است روزانه از ۲ تا ۱۰٪ وزن خود غذا مصرف نماید، که برای کپور یک تابستانه (C1) حداکثر تغذیه روزانه ۱۰٪ وزن بدن، کپور دو تابستانه (C2) حداکثر تغذیه روزانه ۵٪ وزن بدن، ماهی سه تابستانه (C3) حداکثر تغذیه ۲٪ وزن بدن برآورد گردیده است (لازلو و تاماش، ۱۹۴۰). در صورت استفاده از غذایی کنسانتره خشک به عنوان غذای کمکی، روش توزیع مناسب، استفاده از غذا دهنده تحریکی بهترین رشد حاصل میگردد (میشل، بی تا)، همچنین کپور معمولی بهترین رشد را در تعدد دفعات تغذیه نشان میدهد بطوریکه تناوب غذایی ۹ بار در روز بهترین نتیجه را حاصل میدهد (نیو، ۱۹۳۲).

لیپیدها منابع مهم انرژی متابولیک (ATP) میباشد. درواقع لیپیدها دارای غنی ترین انرژی در تمام مواد مغذی با ارزش انرژی بالا هستند لیپیدها دارای ۹/۵ کیلوکالری، پروتئین ۵/۶ کیلوکالری، کربوهیدرات ۴/۱ کیلوکالری انرژی هستند. چربیها و روغنها در ذخیره چربی بیشتر جانوران به شکل تری گلیسیریدها می باشند که از اسیدچرب و گلیسرول تشکیل شده اند در طبیعت بیش از ۴۰ نوع اسید چرب شناخته شده است (تاکون، ۱۳۸۴) نیازهای غذایی کپور معمولی که همه چیز خوار میباشد بشرح ذیل میباشد (نیو، ۱۹۳۲)؛ لیپید تا ۱۸٪، پروتئین ۲۵-۳۸٪، اسیدهای آمینه ۵/۷٪، متیونین در غیاب سیستمین ۳/۱٪، فسفر قابل دسترس ۰/۷-۰/۶٪ و انرژی قابل هضم تخمینی ۳۱۰۰-۲۷۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم، ترکیبات ضروری حداقل ۱٪ از هریک از اسیدهای n3 و n6 و غذاهای دارای لیپید زیاد. در تغذیه ماهیان دیگر بویژه قزل آلا اسیدهای چرب خانواده لینولینک (n-3) نسبت به خانواده لینولینک از ارزش بیشتری برخوردار هستند و نیاز این ماهیان به اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره سری (n3) به اثبات رسیده است. افزودن اسیدهای چرب با زنجیره بلند بخصوص (EPA) و (DHA) به جیره غذایی ماهیان بویژه در مرحله لاروی ضروری می باشد. در یک تحقیق (علوی و همکاران، ۱۳۸۶) که با هدف بهبود وضعیت رشد قزل آلا و کاهش تلفات آن در دوره لاروی صورت گرفت از آرد گاماروس استفاده شده که بر اساس آن میزان رشد و بقاء لاروهای قزل آلا رنگین کمان در تیمارهای مختلف

از مکمل آرد گاماروس با غذای تجاری بررسی گردید و نشان داده شد که مکمل ۱۰٪ آرد گاماروس با ۹۰٪ غذای تجاری بهترین رشد را نشان داده است و بکارگیری ۱۰۰٪ آرد گاماروس نتایج خوبی را در بر نداشته و افزایش وزن و طول لارو زیاد نبوده و ضریب رشد ویژه پائین نسبت به بقیه تیمارها داشته‌اند.

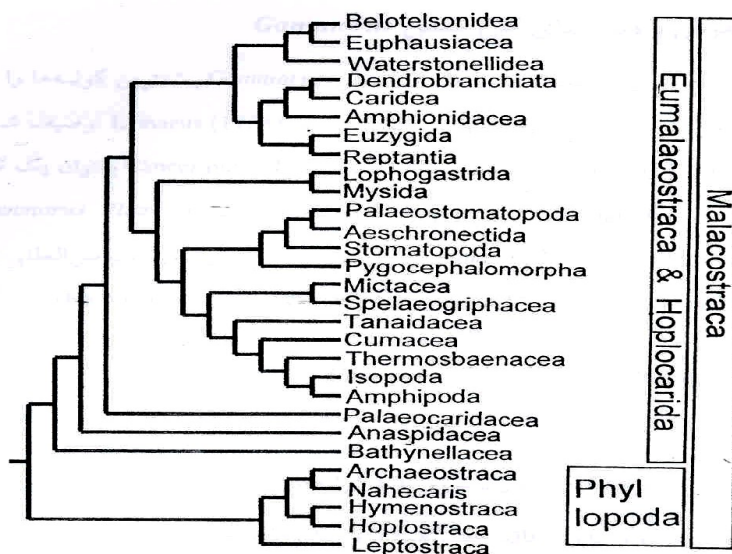
غذای زنده در قیاس با غذای کنسانتره واجد کلیه اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز، ویتامین‌ها و اسیدهای چرب مورد نیاز ماهی بوده، در حالیکه غذای کنسانتره از میکروالمانها و اسیدهای چرب کمتری برخوردار است. همچنین سرعت خروج ویتامین‌ها از غذای کنسانتره بسیار زیاد است بطوریکه نگهداری غذا در محیط‌های مرطوب و نامناسب و یا خیساندن آنها بمدت بیش از نیم ساعت در آب موجب خارج نمودن حد اقل ۵۰٪ از ویتامین‌ها از غذا می‌گردد. در حالیکه در غذای طبیعی هیچگاه چنین اتفاقی رخ نمی‌دهد (قناعت پرست و همکاران، ۱۳۷۷).

دوجورپایان بعنوان یکی منابع مهم تغذیه‌ای برای آبزیان مد نظر بوده که بر آورنده بسیاری از نیازمندیهای غذایی ماهیان خواهند بود. در تحقیق علوی و همکاران (۱۳۸۶) استفاده از ۱۰٪ آرد گاماروس دریایی در کل جیره غذایی برای تولید لاروهای مقاوم با کیفیت مطلوب توصیه شده است. بواسطه اهمیت این گروه از موجودات در اینجا توضیح مختصری درمورد آنها ارائه میگردد.

ناجورپایان در گروه سخت پوستان قرار میگیرند. سخت پوستان به لحاظ رده بندی از دوره کامبرین وجود داشته‌اند، اما ارتباطشان با سایر گروههای بندپایان خیلی مبهم است. راسته ناجورپایان تشکیل دهنده گروه اصلی فوق راسته Peracaridans هستند (Barnes, 1987). فوق راسته Peracarida تقریباً ۴۰ درصد گونه‌های سخت پوستان را در بر گرفته، گرچه اندازه کوچکتري نسبت به ده‌پایان (Decapoda) دارند، اما تنوع و گستره زیستی وسیعی دارند. ناجورپایان به همراه جورپایان، بعنوان بزرگترین راسته‌های Percarida مطرح هستند. موقعیت نیایی دوجورپایان بعنوان یک موضوع مبهم همواره مورد بحث بوده است. جدیدترین کلا دوگرام در ارتباط با روابط فیلوژنتیکی سخت پوستان ارائه گردیده و ناجورپایان بعنوان گروه خواهری جورپایان (Isopoda) در نظر گرفته شده‌اند (اقتباس از خلجی پیربلوطی، ۱۳۸۱). راسته دوجورپایان در سال ۱۸۱۶ توسط Latreille بنیان نهاده شد و در سال ۱۸۵۲، Dana ناجورپایان را به سه زیر راسته Caprellidea, Gammaridea و Hyperiida تقسیم کرد که زیر راسته Ingolfiellidea در سال ۱۹۰۳ به زیر راسته‌های قبلی اضافه شد، در سالهای اخیر Bousfield and shih

(1994) فوق خانواده و زیر راسته‌های دوجورپایان را بصورت نیمه اجدادی بامفاهیم Natantia , Reptantia ارائه کردند (اقتباس از خلجی پیربلوطی ، ۱۳۸۱).

دوجورپایان (Amphipoda) یا دوجورپایان یا بغل پا شنا کنان دارای تعداد زیادی گونه میباشند بطوریکه از سال ۱۹۷۲ تا ۲۰۰۲ تعداد گونه های معرفی شده در هر سال از ۲۴ تا ۱۷۹ گونه را شامل شده و تعداد ناجورپایان شناخته شده تا سال ۲۰۰۳ به ۷۸۵۶ گونه رسیده است (Vader, 2003) ، این جانوران اکثراً دریایی بوده ولی گونه‌های آب شیرین نیز در میان آنها فراوانند و یک خانواده خشک‌زی وجود دارد (Barnes, 1987).



شکل ۱) روابط فیلوژنی سخت پوستان (Malacostraca)
(اقتباس از خلجی پیربلوطی ، ۱۳۸۱)

از منظر زیست‌شناختی این موجودات در زیستگاههای دریایی، آب شیرین، چشمه‌ها، رودخانه‌ها ، آبهای زیرزمینی حتی زمینهای مرطوب نواحی حاره‌زیست می‌کنند. برخی پلاژیک بوده و حداقل در مرحله‌ای از زندگی احتمالاً با موجودات شناور همزیست می‌شوند. معمولاً در حالت بین خزندگی و حفاری در بستر قرار می‌گیرند (زنکوویچ، ۱۳۶۳). ناجورپایان آب شیرین عمدتاً از خانواده گاماریده (Gammaridae) بوده و حیوانات کفرو هستند روی جلبک‌ها و رستنیهای رودخانه‌ها ، استخرها ، دریاچه‌ها و آبهای زیرزمینی یافت می‌شوند. رسوبات را حفر نکرده و لوله نمی‌سازند. بعضی اوقات به تعداد بسیار زیاد دیده میشوند، دریاچه بایکال در

سیری فون بومی ناجورپایان قابل توجهی نزدیک ۳۰۰ گونه را دارا بوده که برخی به اندازه بیش از ۶ سانتی متر می‌باشد (Barnes, 1987).

بسیاری از ناجورپایان آب شیرین از گیاهان، اجساد جانوران، رسوبات تغذیه می‌کنند و در بعضی موارد از حیوانات کوچک نیز تغذیه می‌کنند. اکثر ناجورپایان دتریت خوار یا لاشه خوار هستند، گل یا بقایای گیاهی - جانوری را با پاهای آرواره‌ای می‌گیرند. برخی گونه‌های حفار، دیاتومه‌ها و دتریتها را از دانه‌های شن جدا می‌کنند. مصرف روزانه دتریتها توسط گاماریدها ممکن است به ۱۰۰ درصد وزن بدن برسد. برخی از آنها همجنس خواری داشته و حیوان بزرگتر کوچکتر را می‌خورد، زندگی انگلی در بین ناجورپایان خیلی کمتر است (Barnes, 1987)، برخی از ناجورپایان نیز حیوانات سمی بشمار رفته و بطرق مختلف از مواد آلی مختلف بهره می‌برند (زنکوچ، ۱۳۶۳).

همه ناجورپایان دارای جنسهای جدا هستند و دو شکلی جنسی در آنها دیده می‌شود، اما وضعیت در گونه‌ها و جنسهای مختلف متفاوت است (Barnes, 1987). عمل جفت‌گیری معمولاً "چند روز طول می‌کشد. نرها در سطح پشتی ماده‌ها قرار می‌گیرند و بوسیله پاهای قلابدار خود قطعه پنجم سینه ماده را گرفته و منتظر پوست اندازی می‌شوند. پس از پوست اندازی ماده، جنس نر بطرف سطح شکمی آن حرکت کرده و پاهای جلویی شکمی خود را روی آن می‌گذارد و پاها را چند بار در صفحات عقبی کیسه پرورش نوزاد فرو می‌کند. در این هنگام از راه سوراخ تناسلی، اسپرماتوزوئید به درون کیسه پرورش نوزاد ماده دفع می‌شود. جفتها جدا شده و تخمها به داخل کانال تخمی جائیکه باروری صورت می‌گیرد رها می‌شوند، تعداد تخم در گونه‌های آب شیرین نواحی معتدله معمولاً ۱۵ تا ۵۰ عدد است. در انواع دریایی ۲ تا ۷۵۰ تخم و بیش از یکبار در سال تکثیر می‌کنند. طول عمر حدود یکسال دارند (Barnes, 1987).

بطور کلی واکنش ناجورپایان به نور منفی می‌باشد، اما دوره نوری در فعالیتهای زیستی آنها از قبیل تولیدمثل، پوست اندازی و بقاء بواسطه ایجاد عملکرد هورمونی نقش اساسی ایفا مینماید (Barnes, 1987). در برخی گونه‌ها همچون *Gammarus duebeni* سیستم تعیین جنسیت بر اساس طول دوره نوری می‌باشد، نرها در دوره نوری روزهای بلند و ماده‌ها در روزهای کوتاه بوجود می‌آیند (Naylor et al., 1988). در تحقیقی دیگر (Kruschwitz, 1978) مشخص گردید که دوره نوری طولانی تر فواصل تخم‌گذاری گونه *Hyaella azteca* را کوتاه کرده و در واقع

نرخ تولید مثل آن را افزایش داده است. دوره نوری به همراه فاکتورهای محیطی دیگر از قبیل دما روی فعالیتهای تولید مثلی اثر گذار میباشد.

این موجودات بعنوان شاخص آلودگی آب نیز شناخته شده اند بطوریکه در یک تحقیق که روی تجمع زیستی فلزات سنگین در آمفی پود *Gammarus oceanicus* دریای نروژ (Clason et al., 2003) انجام گرفت نشان داده شد گونه مذکور میتواند به عنوان یک ابزار مطلوب برای شناسایی مناطق آلوده و تمیز استفاده گردد و این موجودات می توانند به عنوان منبع ذخیره فلزات کمیاب مد نظر قرار گیرند. در مطالعه Haus و همکاران (2007) توانایی بالای جذب فلز سنگین Pt توسط گونه *Gammarus pulex* نشان داده شد.

در کشور ما این گروه از موجودات ، با نامهای مختلف شناخته شده که در این گزارش بیشتر با دو نام دوجورپایان و ناجورپایان ذکر نگاشته شده اند. در اکوسیستم دریای خزر نیز گروههای متفاوت موجودات کفزی از گونههای بومی ، مجموعههای مدیترانه‌ای، مجموعههای قطب شمال و گونههای آب شیرین دیده می‌شود (یابلونسکایا و همکاران ، ۱۹۸۵). محققینی چون Sars (1894, 1895) ، Birstein & Romanova (1968) ، (Derzhavin & Pjatakova (1968)، Stock (1974)، Mirzajani & Kiabi (2000) در مطالعه ناجورپایان دریای خزر فعالیت داشته‌اند.

۱-۱- اهمیت ناجور پایان در آبی پروری

اهمیت ناجورپایان بسیار زیاد بوده بگونه‌ای که در تغذیه بسیاری از ماهیان اقتصادی و زینتی مورد توجه بوده اند در دریای خزر نیز اکثر ماهیان از آنها تغذیه می‌کنند (یابلونسکایا، ۱۹۸۵). در مطالعه (حاجی مراد لو و همکاران، ۱۳۸۱) گاماریده ها در ماهیان نورس چالباش غذای غالب را تشکیل داد و اهمیت بالایی داشته اند. توانایی زادآوری و سهولت جمع‌آوری ناجورپایان بخاطر تراکم بالای آنها بویژه در مناطق ساحلی سبب شده تا استفاده از آنها در پرورش گوشتی ماهیان پیشنهاد گردد. نقش گونه دریاچه‌های کوهستانی *Gammarus lacustris* در رشد ماهیان سرد آبی همچون قزل آلا در بسیاری از نقاط جهان و اثر عوامل تنش زای محیطی روی آن نیز بررسی شده است (Yakovlev, 2000).

از آنجا که این سخت پوستان منبع سرشار کارتنوئیدی بحساب می‌آیند مطالعه و افزودن آنها به میزان ۲ تا ۴ درصد در غذای ماهی می‌تواند بطور مشخص بهبود رنگ گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نقش داشته باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵).

و همانطور که گفته شد در تحقیق علوی و همکاران (۱۳۸۶) استفاده از این موجودات بهبود وضعیت رشد و کاهش تلفات دوره لاروی ماهی قزل‌آلا را در بر داشته است.

برخی مطالعات آکواریومی نیز در زمینه بیولوژی رشد و تولیدمثل دوجورپایان جهت سازگاری دراستخرهای پرورش ماهی انجام گرفته و نتایج آنها نشان داده که ناجورپایان بطور موفقیت‌آمیزی هم در استخرها و هم در قفسه‌های مشبک رشد و توسعه می‌یابند، این مسئله حکایت از نیازهای اندک دوجورپایان و ارزش استثنائی آنها بعنوان موجودات پرورشی در تغذیه ماهیان دارد. سازگاری برخی بی‌مهرگان آبزی در استخرهای پرواربندی آستراخان طی مطالعات پرورش مصنوعی و غنی‌سازی منابع غذایی استخرها، موجب افزایش محصول کپور ماهیان بطور متوسط ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار شده و باعث کاهش مصرف غذاهای مصنوعی به میزان ۲۵٪ گردیده است (ورویوآ و نیکونوآ، ۱۹۸۷b). یک مطالعه روی پرورش گاماریدها همراه با پرورش چندگونه‌ای ماهیان و اضافه نمودن کودهای ارگانیکی و معدنی به استخرها موجب افزایش تولید ماهی در استخرهای روسیه تا ۲ تن در هکتار شده و باعث صد در صد صرفه‌جویی در غذاهای ترکیبی گردیده است (ورویوآ و نیکونوآ، ۱۹۸۷a).

در سالهای ۱۹۸۲-۱۹۷۹ امکان استفاده از دو گونه باعنوان *Niphargoides maeoticus* و *Dikerogammarus haemobaphes* بعنوان موجودات پرورشی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت، مطالعات نشان دادند که این گاماریدها دارای ارزش غذایی بالایی هستند، بطوریکه میزان آلومین در بدن آنها، در اولی ۵۴/۷۷، در دومی ۵۰/۳۱، میزان چربی ۹/۴۰ و ۸/۵۰، میزان خاکستر ۲۴/۱۰ و ۲۵/۰٪ است. میزان انرژی‌زایی هر گرم ماده خشک آنها برابر با ۴/۰۵ کیلوکالری است (ورویوآ و نیکونوآ، ۱۹۸۷b). علاوه بر مسائل ذکر شده سکونت گاماریدها تاثیر مثبتی روی منابع بیولوژیکی استخرها نیز خواهد گذارد بطوریکه در مطالعه وریوآ و تیکونوآ (۱۹۸۷) پس از سکونت دوجورپایان زیتوده فیتو و ژئوپلانکتونها ۱/۲ تا ۳/۵ بار بیشتر شده است. وریوآ و نیکونوآ (۱۹۸۷) صراحتاً بیان داشتند که اگر چه محل زندگی این دوجورپایان دریاست اما بطور موفقیت‌آمیزی هم در استخرها

هم در قفسه های مشبک رشد و توسعه می یابند که حکایت از نیازهای اندک آمفی پودها و ارزش استثنائی آنها بعنوان موجودات پرورش در تغذیه ماهیان دارد

طی انجام یک پروژه تحقیقاتی با عنوان بررسی زیستی گاماروس در سواحل جنوبی دریای خزر و توان تولید آن در استخرهای پرورش ماهی که در دو فاز انجام گرفت از هفت گونه مورد مطالعه دوجورپا سه گونه Martynov, 1931 و *Obesogammarus acuminatus* Stock et al. 1988, *Pontogammarus maeoticus* Sowinsky, 1894 *Gammarus aequicauda* برای استفاده در آبی پروری با رعایت برخی نکات پیشنهاد گردید که در مورد گونه اول ایجاد بسترهای ماسه ای، در مورد گونه دوم ایجاد پوشش گیاهی مناسب و در مورد گونه سوم استفاده در استخرهای مناطقی که درجه شوری بالاتر از ۲ گرم در لیتر داشته است (میرزاجانی، ۱۳۸۳). طی مطالعات پرورشی گونه *Pontogammarus maeoticus* در آکواریومهای با بستر ماسه ای افزایش ۳/۲ تا ۷/۸ برابری فراوانی پس از ۱۲۰ روز مشاهده گردید (میرزاجانی، ۱۳۸۳). میانگین تعداد تخمها در مطالعات آکواریومی ۶ تا ۹ عدد بوده است (Mirzajani, 2007) که نسبت به طبیعت (Mirzajani, 2003) در حد اندکی قرار داشته است در مطالعات مذکور زیتوده ۲ تا ۴/۲ برابر در آکواریومها افزایش یافته بود.

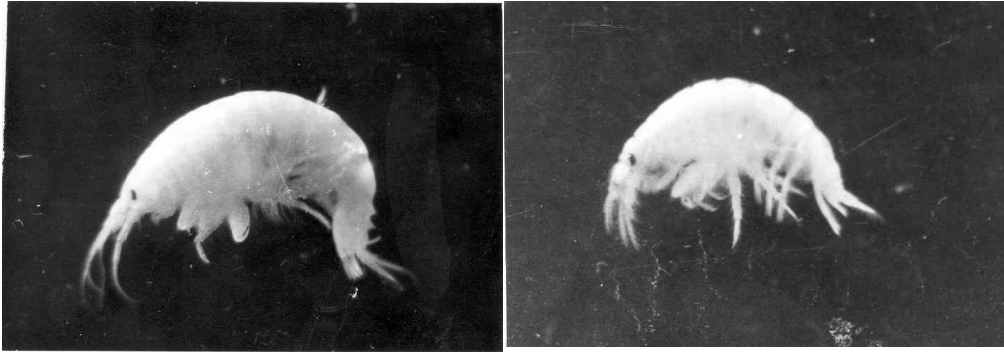
در پروژه حاضر سعی بر آنست تا با فراهم آوردن شرایط مناسب، سازگاری موجودات آزمون گردد تا با استفاده بیشتر از غذای طبیعی و کاهش هزینه های آبی پروری قدمهای موثر در راستای افزایش کیفیت گوشت کپور ماهیان و افزایش کمیت تولید برداشته شود. در این راستا گونه های مورد بررسی در این مطالعه شامل دو گونه *Pontogammarus maeoticus* Sowinsky, 1894 و *Obesogammarus acuminatus* Stock et al., 1998 بوده اند که گونه اول از تالاب انزلی، تالاب امیرکلاهی، رودخانه سپیدرود، از آبگیر حسن آباد ساری شناسایی گردید. در شرایط زیستگاهی مختلف و عمدتاً در ارتباط با گیاهان شناور و غوطه ور همانند *Ceratophilum* و *Potamogeton* و *Meriophyllum* و *Hydrocotyle* زیست میکند و در بسیاری از آبگیرها و تالابهای شمال کشور گزارش شده اند. جمع آوری این گونه از تالاب انزلی مد نظر بوده است. گونه دوم از حوزه دریای سیاه و آزوف نیز ثبت شده است (Mordukhai-Bolotovskoi, 1979). در دریای خزر در اعماق کم قسمتهای شمالی، میانی و جنوبی دریا در مناطقی با نوسانات شدید شوری وجود دارد. این گونه اکثراً در منطقه شکسته شدن موج در بسترهای شنی و

صدفی در کل ساحل جنوبی خزر حضور غالب و دارای فراوانی بالا بوده است. بنا به نظر Stock از آب کاملاً شیرین تا آب لب شور یک در هزار مشاهده میشود.

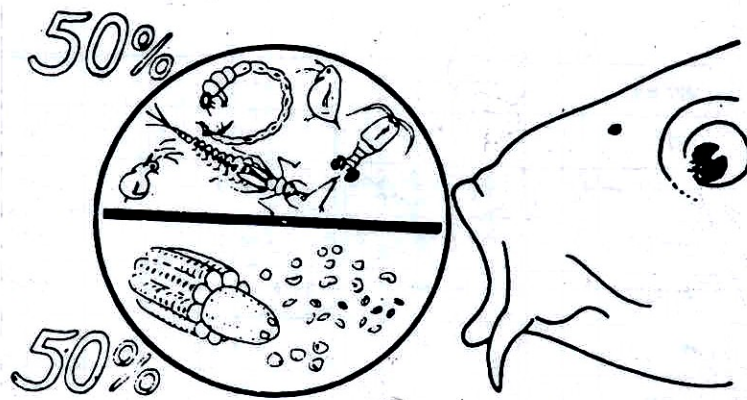
مطالعه میرزاجانی و نادری (۱۳۷۳) در ساحل جنوبی دریای خزر نشان داد که گونه مذکور به همراه چند گونه دیگر حضور داشته، اما حضور آن بسیار غالب بوده و بصورت انبوه به تعداد تا ۱۶۰۰۰ عدد در متر مربع (Mirzajani, 2003) رؤیت میشوند بطور کلی این گونه جزء گونه‌های یوری هالین بشمار رفته اما دو تیپ از آن با توان تحمل دامنه شوری بالاتر از ۵ گرم در لیتر و کمتر از ۴ گرم در لیتر دریای سیاه گزارش شده است (Kasymov, 1994). بنظر میرسد کاهش زیاد مقدار شوری در فرم حاشیه جنوبی دریای خزر، تلفات زیاد و عدم توسعه آنها را دربر داشته باشد که در این مقاله مورد آزمون قرار گرفته است. بر اساس بیرشتین و رومانوا (۱۹۶۸) گونه *P. maeoticus* جز گونه‌های مقاوم به شوری قلمداد میگردد هرچند قاسموف (۱۹۹۴) معتقد است که این گونه در خزر شمالی بخاطر شوری پایین آب مشاهده نمی‌شود. بررسی زیست‌شناسی این گونه در ساحل دریای خزر انجام گرفت و مطالعات سازگاری این گونه توسط وروبیوآ و نیکونوآ (۱۹۸۷a) در سواحل شمالی دریای خزر انجام گرفته است.

به لحاظ زیست محیطی نیز گونه *P. maeoticus* بعنوان شاخص آلودگی شناخته شده است بطوریکه در مطالعه تعیین سمیت حاد علف کش بوتاکلر (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۱) و تجمع عناصر سنگین در مصب رودخانه‌های جنوب شرقی دریای خزر (حسینی و همکاران، ۱۳۷۹) قابل توجه می‌باشد.

گونه کپور معمولی بعنوان گونه ماهی هدف در این بررسی در کنار سایر گونه‌های پرورشی گرم‌آبی مطرح بوده است. این گونه عادت همه چیز خواری داشته و این بدان معناست که آنچه که در دسترس دارند بصورت غیرانتخابی از منابع گیاهی، دتریت و حیوانی تغذیه مینمایند این گروه از آبزیان بازده کمتری در تبدیل انرژی گیاهی نسبت به ماهیهای علفخوار و خرده خوار دارند (نیو، ۱۹۳۲).



شکل ۲) گونه *Pontogammarus maeoticus* (تصویر راست) و
گونه *Obesogammarus acuminatus* (تصویر چپ)



شکل ۳) سهم منابع غذایی مختلف استخرهای پرورشی ماهی در رژیم غذایی کپور

۲- مواد و روشها

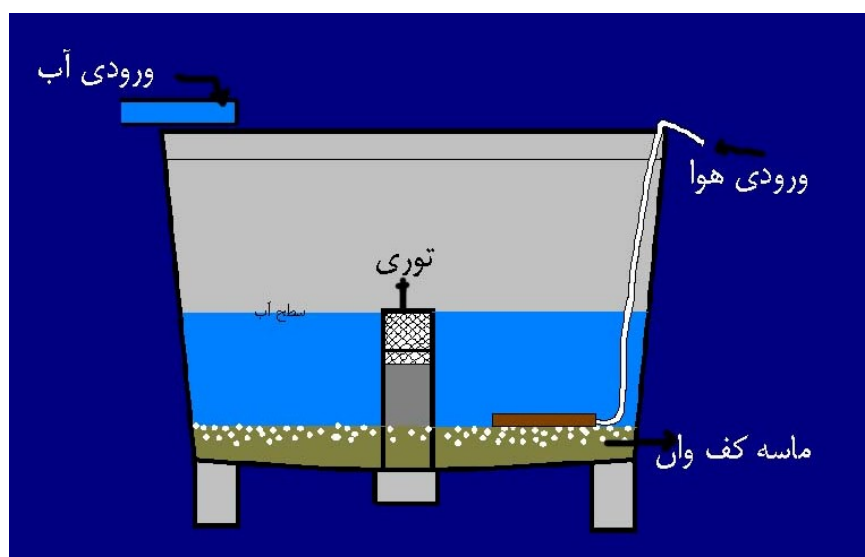
۲-۱ فاز اول؛ مطالعات آزمایشگاهی سال ۱۳۸۶

۲-۱-۱ پرورش ناجورپایان در مخازن فایبر گلاسی

در راستای فاز آزمایشگاهی تولید ناجورپایان فعالیت پرورشی در چهار مخزن فایبر گلاس پانصد لیتری صورت گرفت (شکل ۴). طراحی این وانها به گونه ای بوده که سطح آب در ارتفاع حداقل ۳۰ سانتی متر ثابت نگه داشته شود. کف هریک از وانها عمق ۶ cm سانتی متر ماسه ریخته و هوادهی و تأمین اکسیژن به کمک هواده میسر گردید، آب ورودی از طریق یک لوله از چاه موجود در محل ایستگاه تحقیقاتی ساحل غازیان تامین گردید. ناجورپایان از قسمت ساحلی توسط ساچوک مناسب جمع آوری شده و به میزان ۲۰۰ گرم وزن در هر یک از مخازن قرار داده شدند. غذادهی آنها بصورت روزانه با مقادیر متفاوت انجام گرفت و در نهایت تشخیص داده شد که برای هر دو یا سه روز یک بار به میزان حدود ۲۵ درصد زیتوده آنها میباشد که در روزهای بعد اعمال گردید. ترکیب غذای استفاده شده در مخازن شامل سیب زمینی پخته شده و له شده بوده که در برخی مواقع گیاه آزولا نیز به آن اضافه شده است.

در بخش دیگری از مطالعه آزمون سازگاری موجودات در درجات شوری مختلف انجام گرفت. در این راستا سه نوع آب دریا، آب شیرین شهر و آب چاه مورد آزمایش قرار گرفت. سنجش عوامل هیدروشیمی بالاتر بودن مقدار سختی، کلسیم و منیزیم آب دریا نسبت به آب شهر و بیشتر بودن این ترکیبات در آب شهر را نسبت به آب چاه اثبات کرد بطوریکه مقدار سختی آب دریا ۲۴۰۰، آب شهر ۵۹۵ و آب چاه مورد استفاده ۲۸۰ میلیگرم در لیتر بوده است، مقدار کلسیم بترتیب ۳۹۰، ۹۳، ۴۶ میلیگرم در لیتر و میزان منیزیم بترتیب ۳۴۲، ۷۸ و ۳۹ میلیگرم در لیتر سنجش گردید. در ادامه تعداد ۱۶ آکواریوم ۲۰ لیتری مهیا گردید و کف آنها با ماسه نرم ساحل پوشیده شد. در مرحله اول آب چاه و آب شهر تیمارهای آزمایشی را تشکیل داده (شکل ۵) و در داخل هریک از آکواریومها ۱۰۰ نمونه جوان ۴ تا ۶ میلیمتری قرار داده شدند (شکل ۱۴). سرکشی روزانه آکواریومها و تغذیه با سیب زمینی پخته و له شده به میزان لازم انجام گرفت. فعالیت نمونه ها، تولید مثل و تلفات آنها ثبت گردید. در صورت تلفات کلی برخی آکواریومها طی مدت بررسی معرفی مجدد نمونه های جوان انجام گرفت. مطالعات قبلی (میرزاجانی، ۱۳۸۳) موفقیت سازگاری دوجورپایان را در آب شیرین شهر نشان داده بود و از آنجا

که در بسیاری از مزارع از آب چاه برای آبیگری استفاده میکنند مقایسه موفقیت سازگاری هر یک از آنها ارزشمند خواهد بود. در مرحله بعد تیمارهای آب شهر و آب دریا مقایسه شده و در هر یک از آکواریومها ۱۰ جفت دوجورپا قرار داده شده (شکل ۱۶) و همانند مرحله اول بررسی شدند. مرحله اول حدود دو ماه و مرحله دوم حدود چهار ماه طول کشید که پس از آن تخلیه کامل آکواریومها انجام گرفت. کلیه نمونه ها از ماسه ها جمع آوری شده و زیست سنجی شدند. طی مرداد و آبان برای سنجش ۲۰ پارامتر شیمی نمونه برداری از آکواریومها بعمل آمد.



شکل ۴) نمایی از وانهای پرورش ناجورپایان و ساختار داخلی آنها



1a	1b	2a	2b	5a	5b	6a	6b	آب چاه
3a	3b	4a	4b	7a	7b	8a	8b	آب شهر
1a	1b	2a	2b	5a	5b	6a	6b	آب شهر
3a	3b	4a	4b	7a	7b	8a	8b	آب دریا

شکل ۵) آکواریومهای تهیه شده برای آزمون سازگاری ناجورپایان در آبهای با شوری متفاوت (بالا)، شمایی از تکرارها و تیمارهای آزمایشی در آب چاه و آب شهر (میانه)، آب دریا و آب شهر (پائین)

۲-۱-۲- پرورش کپور با استفاده از ناجورپایان و غذای کنسانتره

ابتدا ۶ وان فایبرگلاس با حجم آب حدود ۵۰۰ لیتر تهیه گردید (شکل ۷) در هریک از آنها سه قطعه ماهی کپور با وزن متوسط $21/9 \pm 3/1$ گرم در تاریخ ۵ تیر ۱۳۸۶ رهاسازی گردید. میانگین وزنی ماهیها در هریک از وانها در جدول ۱ آورده شده است. کف وانهای شماره ۱ و ۲ و ۳ دارای بستر ماسه ای صدفی بوده و وانهای ۴ و ۵ و ۶ فاقد چنین بستری بوده اند. وانهای ۴ و ۵ و ۶ به میزان متوسط حدود ۱۵٪ وزن بدن ماهیها بوسیله

ناجورپایان تغذیه شدند. میزان تغذیه در وانهای ۱ و ۲ و ۳ حداکثر ۱۰ درصد وزن تر بدن ماهیها بوده که روزی یک دفعه به ماهیان عرضه میشدند (شکل ۶). جمع آوری ناجورپایان از ساحل و قرار دادن آنها در وانها بطور روزانه انجام گرفت. بر اساس مطالعات گذشته بستر ماسه ای وانهای ۱ و ۲ و ۳ محل استقرار ناجورپایان بشمار رفته که میتواند بعنوان محل تکثیر و تولید آنها بشمار رفته و در غنای مواد غذایی و آنها بیفزاید. این مرحله از آزمایش بمدت حدود ۳ ماه (۸۷ روز) ادامه یافت. پس از این مدت ماهیان با افزایش وزن و کاهش فضا روبه رو بوده و آزمایش وارد مرحله دوم گردید. در این مرحله ادامه بررسی رشد ماهی (جدول ۲) در وانهای ۱ ، ۴ و ۵ براساس روش قبل در تغذیه از ناجورپایان انجام گرفت (شکل ۶) ، ماهیان برداشته شده برای انجام آزمایشات تعیین فلزات سنگین و تعیین ترکیب شیمیایی اختصاص یافتند. مرحله دوم پرورش نیز ۵۵ روز طول کشید. پس از مرحله دوم نیز ماهیها برای تعیین ترکیب شیمیایی و آزمون ارگانولپتیک (بخش ج) همچنین تعیین ترکیب اسیدهای چرب اختصاص داده شدند.

عوامل هیدروشیمی از قبیل اکسیژن ، اسیدیته و هدایت الکتریکی بطور هفتگی کنترل شده و ۲۰ عامل فیزیکی و شیمیایی آب در دو زمان مرداد و آبان سنجش شدند. زیست سنجی ماهیها هر ۱۵ تا ۲۰ روز یکبار برای هر دو مرحله انجام گرفت و با استفاده از این داده ها نمایه های رشد ، سرعت رشد ویژه ، ضریب تبدیل غذا ، کارایی غذا با استفاده از معادلات مربوطه (اخذ شده از تاکون ، ۱۳۸۴) بر آورد گردید.

$$SGR = \frac{\log_e \left(\frac{\text{وزن اولیه بدن - وزن نهایی}}{\dots\dots\dots} \right)}{\text{دوره زمانی (روز)}} \times 100$$

سرعت رشد ویژه

$$FCR = \frac{\text{بر مبنای غذای خورده شده یعنی وزن خشک (غذای خورده شده)}}{\text{(از دیاد وزن تازه یا مرطوب) (از دیاد وزن)}}$$

ضریب تبدیل غذا

$$FE = \frac{\text{از دیاد وزن}}{\text{غذای خورده شده}}$$

کارایی غذا

جدول ۱) زیست‌سنجی ماهیان در شروع آزمایش مرحله اول (۸۷ روز اول)

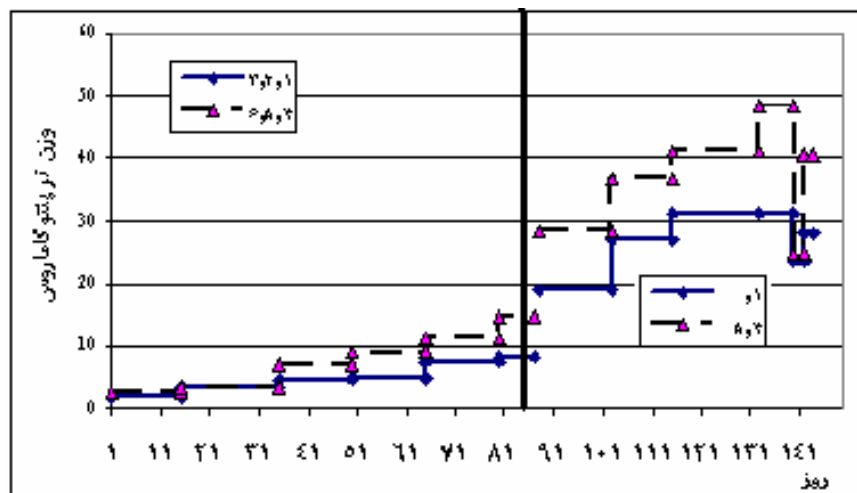
(*) تغذیه با پنتوگاماروس به میزان حدود ۱۵٪ وزن ماهیان، ** تغذیه با پنتوگاماروس به میزان حدود ۱۰٪ وزن ماهیان

شماره وان	تعداد ماهی	وزن	طول کل	طول چنگالی
** ۱	۳	21.33±1.15	11.23±0.21	9.83±0.29
** ۲	۳	19.33±1.53	11.00±0.50	9.50±0.50
** ۳	۳	21.67±3.79	11.33±0.58	9.83±0.58
* ۴	۳	24.67±5.03	11.83±0.85	10.50±0.87
* ۵	۳	23.67±2.52	11.97±0.46	10.40±0.53
* ۶	۳	20.67±1.53	11.63±0.23	9.83±0.29

جدول ۲) زیست‌سنجی ماهیان در شروع آزمایش مرحله دوم (۵۵ روز دوم)

(*) تغذیه با پنتوگاماروس به میزان حدود ۱۵٪ وزن ماهیان، ** تغذیه با پنتوگاماروس به میزان حدود ۱۰٪ وزن ماهیان

شماره وان	تعداد ماهی	وزن	طول کل	طول چنگالی
** ۱	۲	199.50±9.19	22.35±0.49	19.50±0.71
* ۴	۲	217.00±14.14	23.10±0.14	20.65±0.49
* ۵	۲	199.50±54.45	23.50±1.41	20.50±1.41



شکل ۶) میانگین مصرف روزانه پنتوگاماروس (گرم وزن تر) در تغذیه هر قطعه کپور در آکواریومهای مختلف طی دو مرحله



شکل ۷) بترتیب از بالا : وانهای پرورش کپور ، توزین
دوجورپایان برای تغذیه کپور ، زیست سنجی ماهی

۳-۱-۲- مقایسه کیفی و برخی ملاحظات زیست محیطی کپورهای پرورشی

برای مقایسه ظاهر و کیفیت گوشت ماهیان آزمایشی درمقایسه با ماهیان پرورش یافته دراستخر تست ارگانولپتیک روی تعدادی از نمونه‌ها انجام گرفت (شکلهای ۸ و ۹). تعداد مساوی از ۲ نوع ماهی پرورش یافته در استخرهای پرورش ماهی و تغذیه شده با گاماروس مورد آزمایش قرار گرفتند. تست ارگانولپتیک نیز به روش هدونیک صورت گرفت (اخذ شده از معینی و همکاران، ۱۳۸۵). این آزمایش مجموعه‌ای از عوامل است که بوسیله اعضاء حسی انسان قابل تشخیص می‌باشد. در این روش امتیازهایی بین صفر تا ۷ توسط افراد داده شده که ۷ (عالی)، ۵ (خوب)، ۳ (متوسط)، ۲ (بد) و صفر (خیلی بد) می‌باشد. نمونه‌ها در شرایط یکسان محیطی طبخ شده و از نظر رنگ، عطر، طعم و بافت مورد ارزیابی قرار گرفتند. نظر سنجی از تعداد ۱۹ نفر بعمل آمد. تعیین ترکیب شیمیایی و تعیین درصد خاکستر، چربی و پروتئین نمونه‌ها نیز انجام گرفت. برای اندازه‌گیری خاکستر حدود ۵ گرم از نمونه مورد آزمایش در بوتله چینی توزین شده قرار داده شد و در کوره الکتریکی با حرارت ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت قرار داده شد. سپس بوتله به دیسیکاتور منتقل و پس از سرد شدن مجدداً توزین گردید. برای سنجش رطوبت حدود ۱۰ گرم نمونه آماده شده ماهی، در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت قرار گرفت و پس از آن به داخل دیسیکاتور انتقال یافت، نمونه پس از سرد شدن مجدداً توزین گردیده و عمل خشک شدن تا زمانی ادامه یافت که تغییر وزن محسوسی در نمونه دیده نشد.

چربی کل به روش سوکسله اندازه‌گیری شد، در این روش ۵ گرم نمونه خشک و خرد گردید و در کاغذ صافی واتمن شماره ۴ ریخته شد و کاغذ به دقت تا شده و در کارتوش قرار داده شد. سپس دستگاه آماده گردید و نمونه در قسمت استخراج کننده دستگاه قرار داده شد تا دوسوم حجم بالن از اتر دوپترول پر شد و به دستگاه وصل شد. آب سرد در تمام مدت حرارت دهی بالن‌ها جریان داشت. بالن (در حدود ۵۰ - ۶۰ درجه سانتیگراد) به مدت ۶ تا ۸ ساعت حرارت داده شد. پس از این مدت حلال تبخیر گردیده و بالن تا رسیدن به وزن ثابت در آون در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتیگراد گذاشته شد. تفاوت میان وزن اولیه بالن و وزن ثانویه، میزان چربی نمونه را برحسب درصد نشان داد (اقتباس روش از پروانه، ۱۳۷۱).

برای اندازه گیری پروتئین مقدار ۳/۵ گرم از نمونه دقیقاً وزن شد و در بالن هضم ریخته شد. سپس ۲۰ سی سی اسید سولفوریک غلیظ ، ۸ گرم از مخلوط کاتالیزور (۹۶٪ سولفات سدیم خشک ، ۳/۵٪ سولفات مس و ۰/۵ دی اکسید سلینوم) به آن افزوده گردید و بالن به دستگاه مخصوص هضم کلدال وصل گردید و حرارت داده شد. حرارت دادن آنقدر ادامه یافت تا مایع بیرنگی در ته بالن باقی ماند ، در این موقع نمونه کاملاً هضم شده بود. عمل هضم تقریباً بیش از ۲ ساعت طول کشید. پس از سرد شدن بالن با ۴۰۰ سی سی آب مقطر شستشو داده شد و به بالن ریخته شد. در زیر قسمت سرد کننده (کندانسور) دستگاه تقطیر، یک ارلن مایر محتوی ۵۰ میلی لیتر محلول اسیدبوریک ۲٪ و چند قطره معرف بروموکروزول قرار داده شد و دستگاه تقطیر آماده گردید. سپس از راه قیف دستگاه تقطیر به مقدار کافی محلول سود ۵۰٪ افزوده شد تا محیط عمل قلیایی شود و به رنگ قهوه ای تیره در آید. بالن حرارت داده شد و عمل تقطیر ادامه یافت تا آمونیاک متصاعد شده در بالن گیرنده جمع شود. معمولاً ۱۵۰ سی سی از مایع تقطیر شده اولیه شامل آمونیاک می باشد. برای اطمینان ۳۰۰ سی سی از محلول جمع آوری شد و پس از آن حرارت قطع شد. ارلن مایع تقطیر شده از زیر دستگاه جدا شد و محلول بوسیله اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال خنثی گردید. هرسانتی متر مکعب از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال برابر با ۰/۰۰۱۴ گرم ازت است که با در نظر گرفتن این ضریب پروتئین مقدار درصد پروتئین محاسبه شد.

سنجش درصد خاکستر، رطوبت و چربی و پروتئین با استفاده از روابط ذیل محاسبه گردید. در این روابط M2 وزن نمونه پس از کوره (گرم)، M1 وزن نمونه قبل از کوره (گرم) ، M0 وزن اولیه نمونه (گرم) ، P وزن نمونه برداشته شده (گرم) ، a وزن نمونه خشک شده (گرم) ، F میزان چربی در نمونه (گرم) بوده اند.

$$\text{درصد خاکستر} = \frac{(M2 - M1) \times 100}{M0}$$

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{(P - a) \times 100}{P}$$

$$\text{درصد چربی} = \frac{F \times 100}{P}$$

$$\text{درصد پروتئین} = \frac{۰/۰۰۱۴ \times ۰/۱ \times ۶/۲۵ \times \text{مقدار اسید سولفوریک } ۰/۱ \text{ نرمال}}{\dots\dots\dots}$$

وزن نمونه

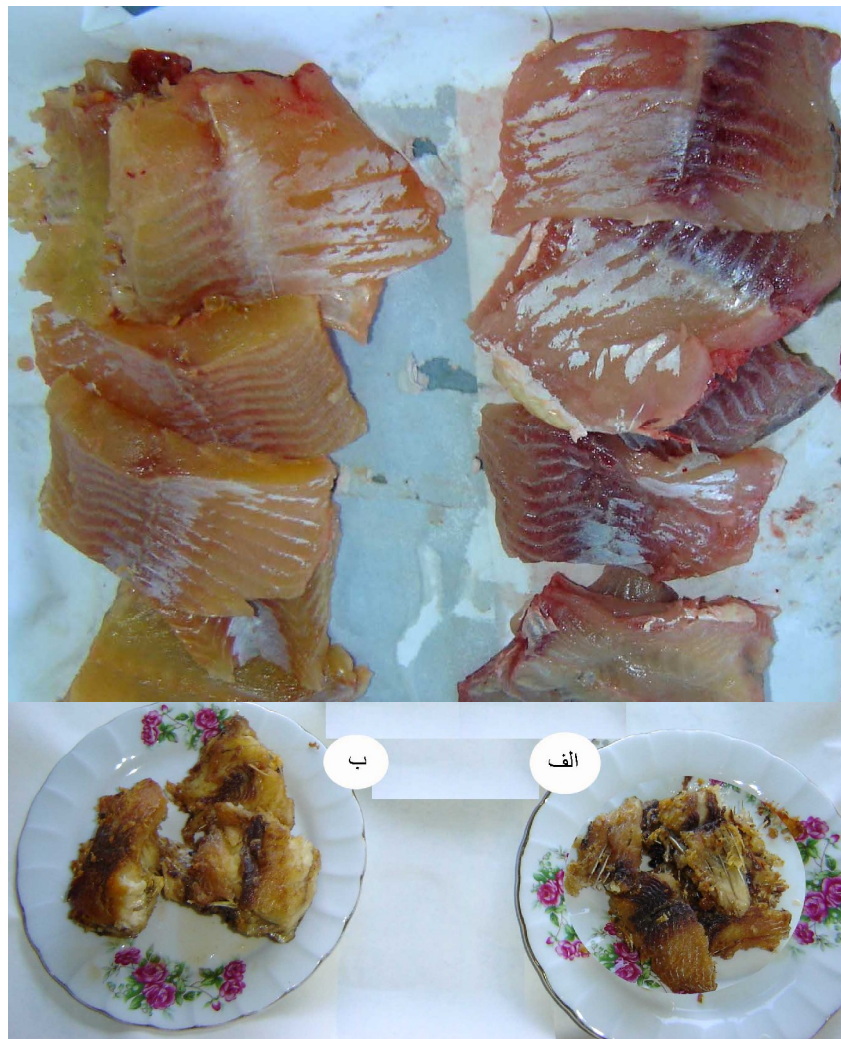
بواسطه شاخص بودن دوجورپایان برای بسیاری از آلاینده‌های فلزات سنگین و بواسطه تغذیه کپور ماهیان از این موجودات بعنوان یک مطالعه جنبی سنجش فلزات سنگین در بافت ماهی و ناجورپایان انجام گرفت که در بافت ماهی مقدار ۲۰ الی ۳۰ گرم از بافت گوشت کپور هموژنه شده در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شده و سپس ۰/۵ گرم از این خاکستر در مراحل هضم مقدماتی و نهایی با استفاده از روش (APHA, 1992 و Watling, 1981) قرار گرفت و در نهایت میزان غلظت فلزات سنگین، از طریق میزان مصرف محلولهای استاندارد فلز مربوطه، با استفاده از استاندارد مادر (Merck) با غلظت 1000 ppm تعیین گردید.

سنجش فلزات سنگین در دوجورپایان بر اساس روش (Ciusa and Giaccio, 1984) انجام گرفت که ۱-۲ گرم نمونه خشک شده در دمای ۵۰ OC از بافت گاماروس در داخل لوله‌های آزمایش با ۱۱ CC مخلوط اسید نیتریک و اسید پرکلریک به نسبت (۳ : ۸) ترکیب گردید و مراحل هضم شیمیایی و قرائت آن انجام گرفت.

سنجش فلزات سنگین در آب نیز با استفاده از روش استاندارد آمریکا و استخراج مایع - مایع (APHA, 1992) صورت پذیرفت، در این روش با استفاده از حلال Merck و کمپلکس دهنده APDC طی چند مرحله عمل استخراج و جداسازی انجام گرفت.



شکل ۸) مقایسه رنگ ظاهری و گوشت کپورهای پرورش یافته در استخرها و کپورهای پرورشی یافته با پنتوگاماروس



شکل ۹) آزمون ارگانولپتیک ماهیهای طبخ شده (الف: کپورهای پرورش یافته در استخر ب: کپورهای تغذیه شده با پنتوگاماروس)

۲-۲- فاز دوم : بررسی سازگاری ناجورپایان در استخرهای پرورش ماهی سال ۱۳۸۷

برای بررسی سازگاری ناجورپایان در استخرهای پرورش ماهی به تبعیت از سند پروژه ، توافقاتی با مجتمع پرورش ماهی گاما به مدیریت آقای نائمی بعمل آمده تا از امکانات آن مجتمع استفاده گردد. برای این منظور در ابتدا تعداد ۶ استخر برای انجام پروژه لحاظ شده بودند. بواسطه مشکلات بوجود آمده ناشی از خشکسالی فراگیر کشور از اواخر سال ۱۳۸۶ و ادامه آن در سال ۱۳۸۷ سبب شد تا آبگیری ۶ استخر میسر نشود و تنها با آبگیری تدریجی ۴ استخر مطالعه انجام گیرد. بر این اساس در استخر شماره ۱ با وسعت ۱۲۰۰۰ متر مربع، استخر شماره ۲ به مساحت ۸۰۰ متر مربع ، استخر شماره ۳ به مساحت ۸۰۰ مترمربعی و استخر شماره ۴ با وسعت ۸۰۰۰ مترمربعی برای انجام مطالعه در نظر گرفته شدند. آبگیری استخرها تا اواخر خرداد و اوایل تیر به درازا کشید. منبع اصلی آبگیری استخرها کانالهای انتقال آب از دریاچه سد منجیل بوده که با آب چاه موجود در منطقه تقویت میشده است. بواسطه مشکلات بوجود آمده در آبگیری استخرها، قفسه‌های نگهداری نمونه های دوجورپا بسیار دیرتر از زمان پیش بینی شده نصب شدند. بر این اساس دو قفس با ابعاد 75×90 و ارتفاع ۵۵ سانتی متر و 150×150 و ارتفاع ۶۵ سانتی متر در استخر شماره ۱ و یک قفس با اندازه 75×90 و ارتفاع ۵۵ در استخر شماره ۲ نصب گردید، کف تمام قفسها با ماسه نرم ساحل مخلوط با صدف پوشیده شد (شکل ۱۲).

طی تابستان ۱۳۸۷ و در ماههای تیر ، مرداد و شهریور در ۴ مرتبه ناجورپایان از ساحل بندر انزلی جمع آوری شده و در قفسهای مستقر در استخرها به میزان یک کیلو گرم در متر مربع معرفی گردید (شکل ۱۳). بواسطه دوری مناطق جمع آوری و استخرهای مورد مطالعه و تاثیر پذیری نمونه های دوجورپا و تلفات احتمالی بین مسیر، میزان رهاسازی بیشتر از حد معرفی شده توسط وروبیوا و نیکونوا (۱۹۷۹) در قفسه ها بوده است. هر دو یا سه روز قفسها بازبینی شدند و تلفات و فعالیت نمونه ها ثبت گردید. شستشوی توری قفسها و پاکسازی آنها از جلبکهای رشد یافته هر هفته انجام گرفت.

در حاشیه دو استخری که واجد قفس بوده اند (استخر ۱ و ۲) مساحت تقریبی ۶۰ متر مربع با تور محصور شده (شکل ۱۱) و با آزو لای تالاب انزلی پوشیده شدند. در این بخش سعی گردید تا محیط مناسب تکثیر و تولید گونه *Obesogammarus acuminatus* فراهم گردد. طی گشت زنی های متعدد در تالاب انزلی بواسطه تغییر شرایط

زیستی تالاب و از بین رفتن بسیاری از زیستگاههای مناسب گونه (شکل ۱۰) تنها تعداد معدودی در حد ۲۰۰ عدد نمونه *O. acuminatus* جمع آوری و در محیطهای آماده شده معرفی گردید.

هنگام رها کرد بچه ماهیان سعی گردید تا نکات مد نظر فاز سوم پروژه که افزایش احتمالی کمیت کپور در استفاده از ناجورپایان بوده لحاظ گردد، در این راستا در استخرهای ۱ تا ۴ بترتیب تعداد ۴۸۰، ۵۰، ۴۰ و ۳۰۰ قطعه ۴۰ گرمی رهاسازی شد. و بطورکلی در استخرهای ۱ تا ۴ بترتیب تعداد ۲۲۵۰، ۳۵۰۰، ۳۳۷۵ و ۲۳۱۳ قطعه ماهی رهاسازی گردید. تعداد ماهی کپور در واحد هکتار استخر ۱ بیشتر از استخر ۴ و استخر ۲ بیشتر از استخر ۳ در نظر گرفته شد.

در طول دوره پرورش ۲۰ تن کود گاوی (حدود ۱۰ تن در هکتار) و کمتر از ۴ تن غذای کنسانتره کپور (حدود ۲ تن در هکتار) استفاده گردید. ترکیب غذای کنسانتره که برای تغذیه کپور استفاده گردیده بود شامل حدود ۲۰٪ گندم، ۳۰٪ جو، ۱۰٪ آرد گندم، ۱۰٪ سبوس برنج و ۱۰٪ سبوس گندم ۱۵٪ پودر یونجه و حدود ۵٪ آنزیمت بوده است. از آنجا که مزرعه برای پرورش آمور توجه خاصی داشته برای تغذیه آن از شبدر کشت شده در حاشیه استخرها استفاده گردید ضمن آنکه کشت گیاه سورگم در مساحت ۲ هکتاری مجاور استخرها انجام گرفت. در این مزرعه بطور متوسط حدود ۷۰ تن سورگم برداشت گردید که ۶ تن در استخرهای مورد بررسی تغذیه شدند.

نمونه برداری از موجودات استخرها شامل فیتو و زئوپلانکتونها و کفزیان در طول دوره پرورش از اردیبهشت تا شهریور بصورت ماهانه انجام گرفت. همچنین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی معمول شامل حدود ۲۰ فاکتور سنجش گردید و برخی عوامل هیدروشیمی بویژه اکسیژن در ساعات مختلف شبانه روز طی ماههای تیر و مرداد اندازه گیری گردید.



شکل ۱۰) مکانهای تغییر یافته و پوشیده از گیاهان که جمع‌آوری دوجورپایان را غیرممکن نمود



شکل ۱۱) نصب تور و استقرار آژولا در یکی از گوشه‌های استخر شماره ۲ و قفس محتوی نمونه‌های دوجورپا



شکل ۱۲) یکی از استخرهای مورد مطالعه شرکت گاما ، نصب قفس و محصور نمودن با توری و استقرار پوشش آزولا



شکل ۱۳) جمع‌آوری و انتقال ناجورپایان به استخرهای مورد مطالعه شرکت گاما و قرار دادن آنها در قفسها، شستشو و تمیز کردن توری قفسها

۳- نتایج

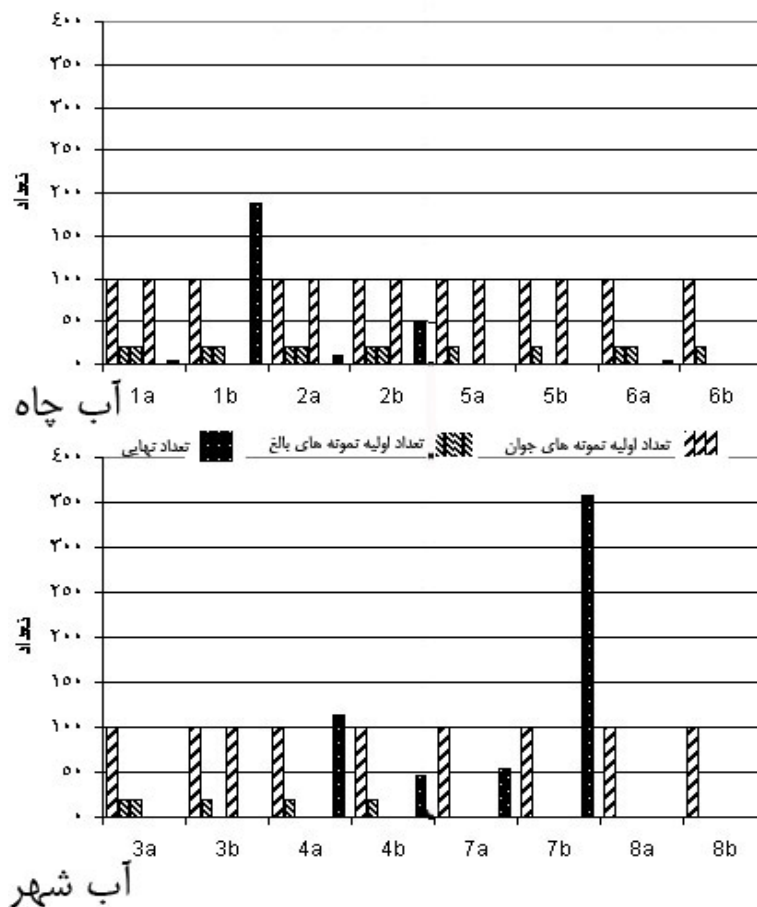
۳-۱- فاز اول؛ نتایج مطالعات آزمایشگاهی سال ۱۳۸۶

نتایج پرورش ناجورپایان در مخازن پرورشی عدم سازگاری آنها با محیط مهیا شده را نشان داده بطوریکه پس از سپری شدن حدود دو ماه تلفات در آنها به تعداد زیاد مشاهده گردید و در انتهای دوره پس از تخلیه کامل مخازن بترتیب ۰، ۳۰، ۱ و ۲ گرم ناجورپا از هریک حاصل گردید که عدم موفقیت را نشان میدهد. حضور یک لایه نارنجی رنگ مشخص در روی ماسه از مشاهدات این بررسی بوده که میتواند عامل تلفات نمونه ها محسوب گردد. پس از تخلیه کامل مخازن توده های شیره نومیده در ماسه ها دیده شدند که زیتوده آنها بالغ بر ۱۰ گرم در متر مربع بوده و نسبتا در حد بالایی بوده است.

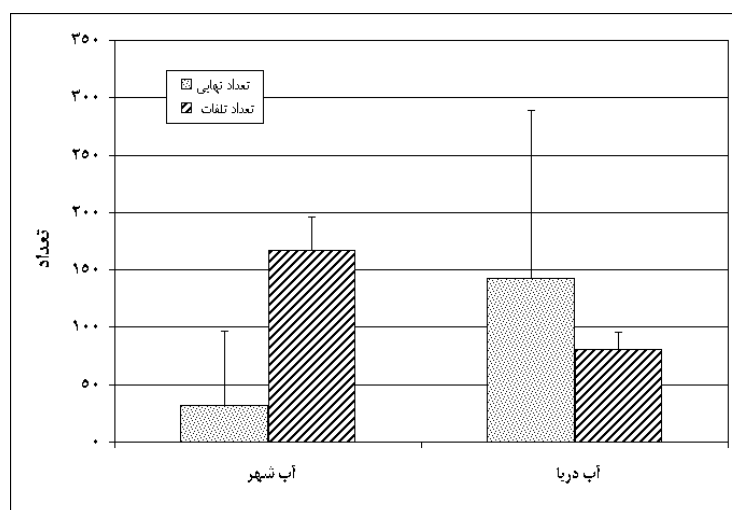
نتایج بررسی رشد و توسعه ناجورپایان در آزمایش اول آکواریومها نشان داد که بقاء و تکثیر آمفی پودها در هر دو تیمار آب چاه و آب شهر اندک بوده و تنها در یکی از تکرار ها تعداد نمونه ها بیشتر از مقادیر اولیه شده است (شکل ۱۴). بطور کلی مقایسه تیمارها نشان داد که میزان نهایی موجود در آب شهر بیشتر از آب چاه بوده و میزان تلفات در آب چاه بیشتر از آب شهر بوده است (شکل ۱۵).

در آزمایش دوم رشد و توسعه ناجورپایان در آکواریومهای با آب شیرین شهر و آب دریا تفاوت معنی داری را در تعداد نهایی نشان نداد (شکل ۱۶)، اما تعداد دفعات معرفی زوج ناجورپایان در آکواریومهای با آب شیرین شهر بسیار بیشتر از آکواریومهای با آب دریا بوده (شکل ۱۶) بعبارت دیگر تلفات طی مدت بررسی در آنها بیشتر بوده است (شکل ۱۷). بررسی کلاسه ها و ساختار جمعیتی نمونه های نهایی پویایی تولید مثلی این تیمار را نشان داده و نمونه های جوان و بالغ تواما رویت گردیدند.

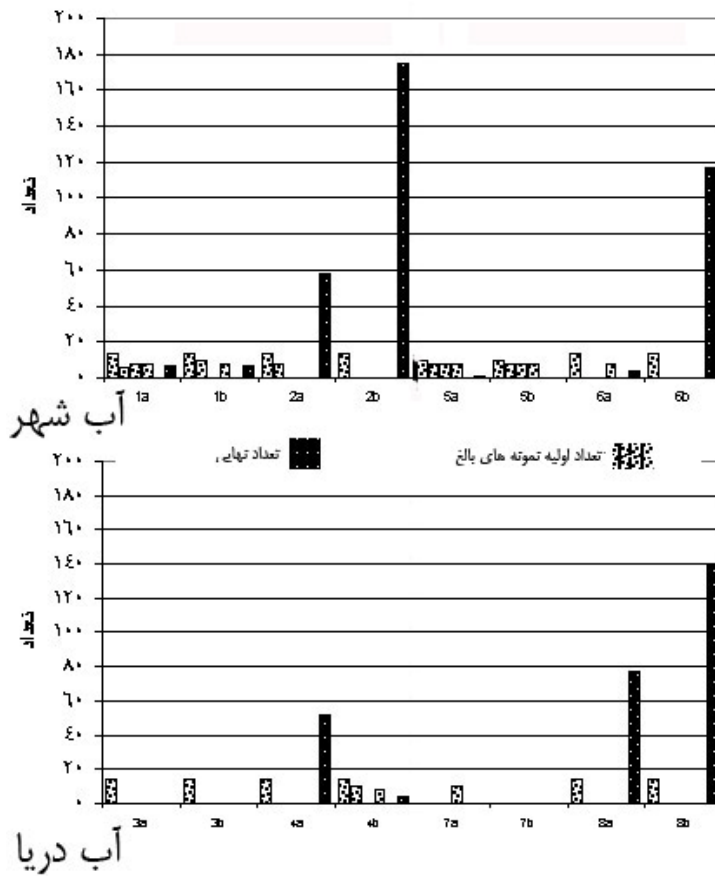
تعداد نمونه های نهایی در تیمار با آب دریا بیشتر بوده (شکل ۱۷) که حکایت از تولید مثل و رشد مطلوب آنها داشته است. میانگین تعداد مرگ و میر در تیمار آب دریا کمتر بوده هرچند در برخی زمانها تلفات موردی زیاد در آنها نیز رویت شده است که دامنه انحراف معیار وسیع در آنها را سبب شده است.



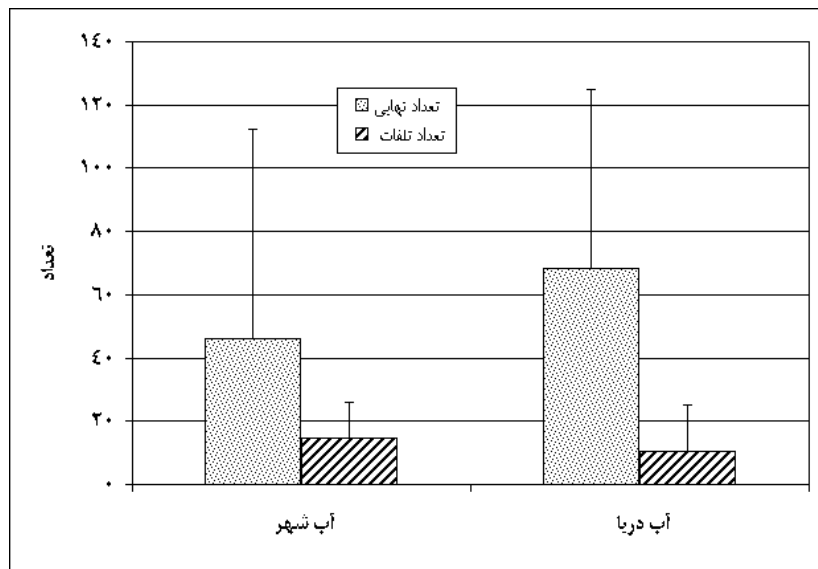
شکل ۱۴) تعداد اولیه و تعداد نهایی ناجورپایان در تیمارها و تکرارهای مختلف آزمایش مرحله اول



شکل ۱۵) میانگین تعداد نهایی و تلفات ناجورپایان در تیمارهای آزمایشی مرحله اول با جایگزینی ۱۰۰ نمونه جوان



شکل ۱۶) تعداد اولیه و تعداد نهایی ناجورپایان در تیمارها و تکرارهای مختلف آزمایش مرحله دوم



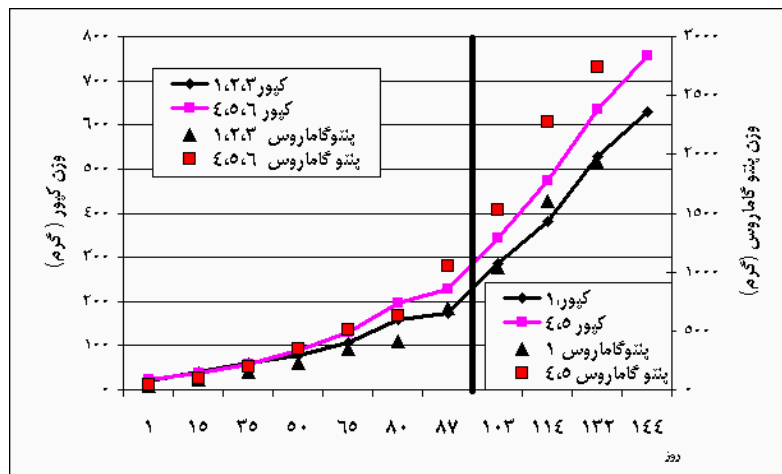
شکل ۱۷) میانگین تعداد نهایی و تلفات ناجورپایان در تیمارهای آزمایشی مرحله دوم با جایگزینی ۱۰ جفت نمونه

بررسی افزایش وزن کپور طی ۸۷ روز در شکل ۱۸ نشان داده شده است. بطوریکه پیداست در انتهای این زمان میانگین وزن کپور در وانهای ۴، ۵، ۶، به میزان $9/54 \pm 228/8$ گرم بوده است برای رسیدن به این میزان ۶۲۶ گرم زیتوده تر ناجورپا مصرف شده است. میانگین وزن نهایی کپور در وانهای ۱، ۲، ۳ به میزان $18/1 \pm 173/4$ گرم بوده است که حدود ۴۰۷ گرم دوجورپا مصرف نموده است.

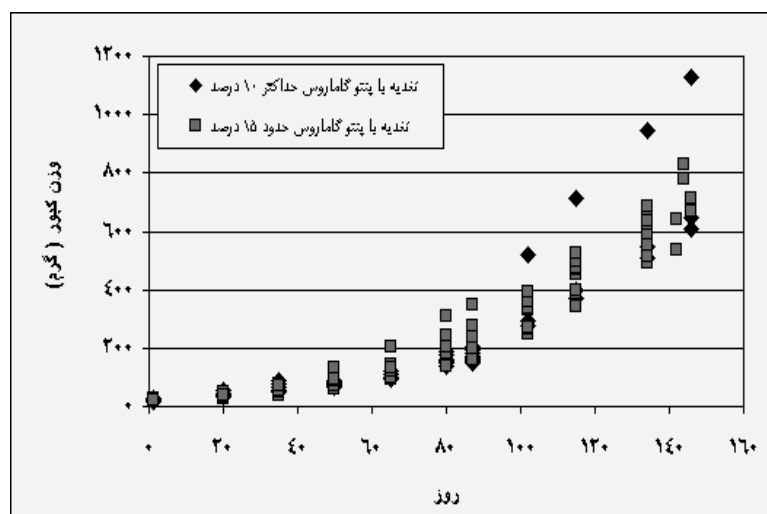
میانگین وزن کپور در مرحله دوم پس از ۵۵ روز (۱۴۴ روز از ابتدای مطالعه) در تغذیه با ناجورپا به $757/4$ گرم بوده که پس از مصرف ۲۷۳۸ گرم وزن تر ناجورپا حاصل شده است (شکل ۱۸). مقایسه رشد کپورها در دو مقدار متفاوت تغذیه پنتو گاماروس عدم تفاوت معنی دار را بین آنها در کلیه زمانهای زیست سنجی نشان داده است. نمودار رشد در واحد زمان برای دو مقدار غذای پنتو گاماروس در شکل ۱۹ نشان داده شده است. معادله رشد برای تغذیه از پنتو گاماروس با حداکثر ۱۰ درصد وزن کپور بصورت $W = 12/85 t^{0.57}$ و برای تغذیه از پنتو گاماروس با حدود ۱۵ درصد وزن کپور بصورت $W = 11/74 t^{0.65}$ بوده که w وزن کپور (گرم) و t زمان (روز) بوده است.

مقادیر رشد (G) با مقادیر مختلف غذا طی دوره های مختلف زمانی در شکل ۲۰ آورده شده بطوریکه پیداست تغذیه با مقادیر بالای گاماروس رشد و سرعت رشد (SGR) بیشتری را نشان داده است (شکل ۲۰)، میانگین ضریب تبدیل غذایی (FCR) در مرحله اول با تغذیه از دوجورپایان بمیزان $26/2 \pm 2/85$ بود. در مرحله دوم از روز ۸۸ تا ۱۴۶ این میزان $26/2 \pm 3/72$ شده است. کارآئی تغذیه (FE) با دوجورپایان بر اساس وزن تر آنها $0/31 \pm 0/05$ محاسبه گردید.

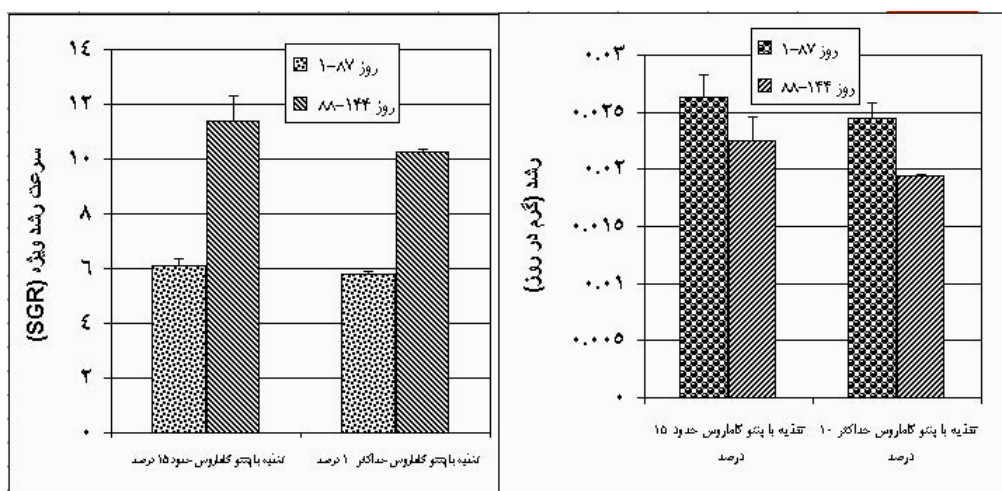
بررسی خصوصیات هیدروشیمی وانها طی مدت پرورش بالا رفتن مقادیر مواد مغذی با افزایش مصرف مواد غذایی رانشان داده است. مقادیر فسفر محلول و فسفر کل، نیترات و نیتروژن کل در وانهای تغذیه شده با ۱۰ و ۱۵ درصد پنتو گاماروس در شکل ۲۱ نشان داده شده است.



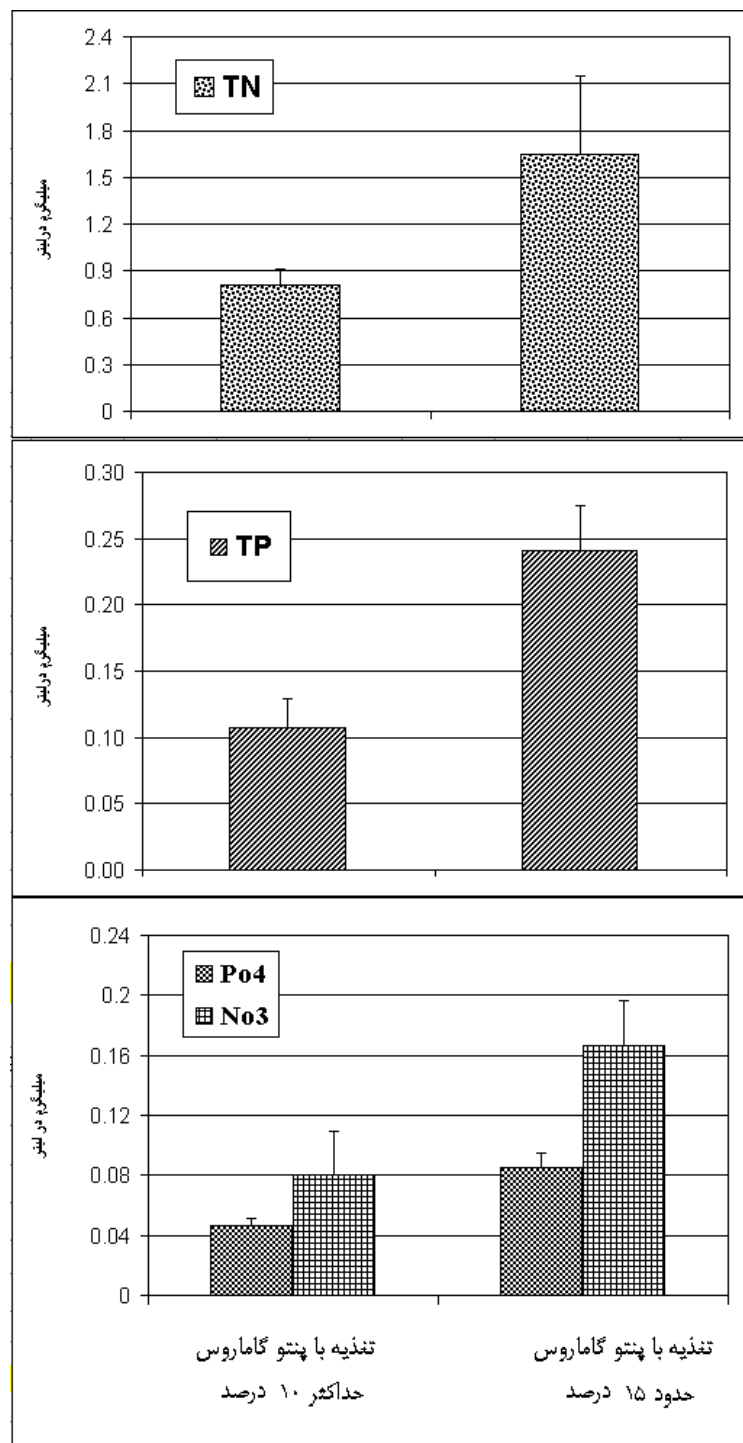
شکل ۱۸) میانگین افزایش وزن کپور با مقادیر متفاوت پنتو گاماروس (۱۰ و ۱۵ درصد) طی دو مرحله



شکل ۱۹) رشد کپور با تغذیه از مقادیر متفاوت پنتو گاماروس

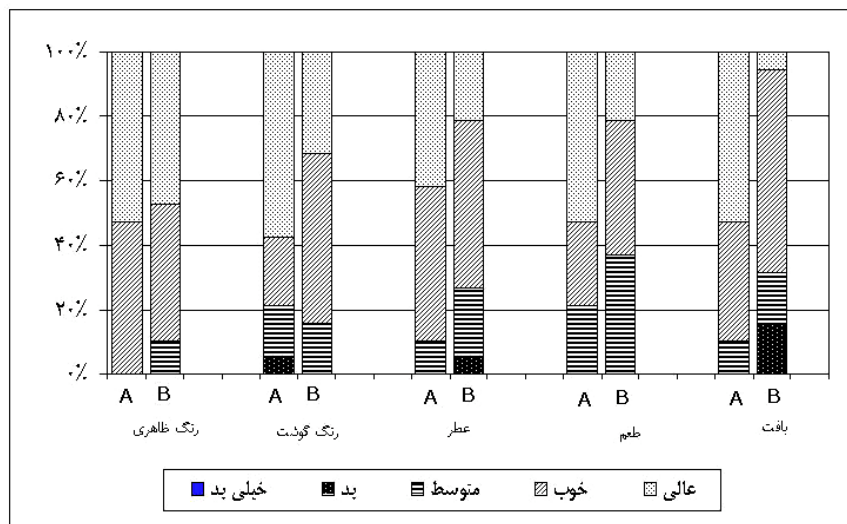


شکل ۲۰) رشد و سرعت رشد ویژه با مقادیر مختلف غذایی در دو مرحله متوالی



شکل ۲۱) تغییرات برخی عوامل هیدروشیمی وانه‌ای پرورش کپور با مقادیر متفاوت تغذیه

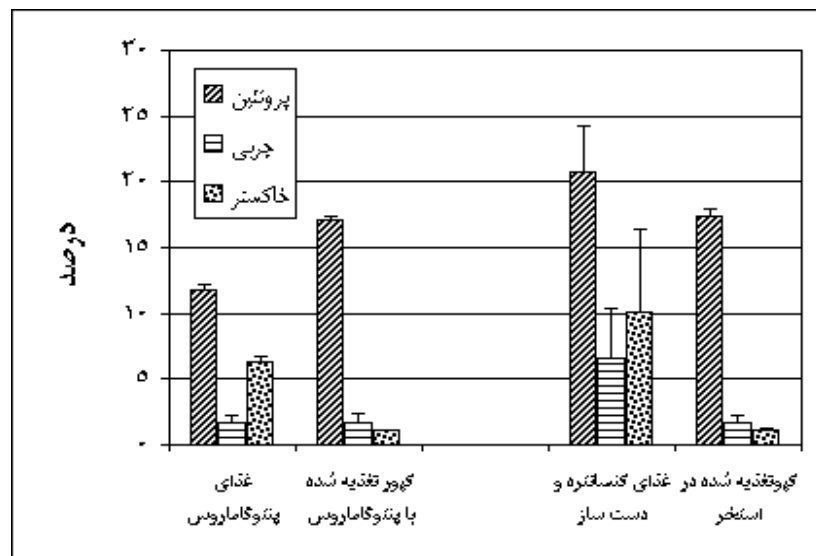
نتایج آزمون ارگانولپتیک (شکل ۲۲) نشان داد که حدود ۹۰ درصد افراد ماهیهای استخری را از نظر رنگ ظاهری پسند نموده و نمره کیفی خوب و عالی داده اند و این درحالی بود که رنگ نارنجی در کپور تغذیه شده با گاماروس دارای درجه اعتبار خوب و عالی از سوی تمامی افراد بیان شده و گاهی غیر طبیعی قلمداد گردیده است. رنگ گوشت نیز همانند رنگ ظاهر ازسوی حدود ۲۱ درصد افراد رتبه بد و متوسط را به خود اختصاص داده و کپور پرورشی از درجه اعتبار خوب بیشتری برخوردار بوده است. عطر و طعم همچنین بافت حکایت از کیفیت نازلتر گوشت ماهی پرورشی استخر را نشان داده است، بطوریکه در ارزیابی حسی همگی به تیمار کپورهای تغذیه شده با *Pontogammarus* نمره عالی و خوب دادند و در واقع کیفیت رنگ، طعم و بافت گوشت این تیمار با میانگین نمره ۶/۰۰ در اولویت نخست، کپور پرورش یافته با تولیدات طبیعی استخر با میانگین نمره ۴/۸۱ در رتبه دوم ارزیابی ارگانولپتیک قرار گرفتند.



شکل ۲۲) نظر سنجی افراد (درصد) در مورد کیفیت گوشت ماهیان تغذیه شده با گاماروس (A) در مقایسه با ماهیان پرورش یافته در استخر (B)

بررسی ترکیب شیمیایی کپورهای تغذیه شده با پنتو گاماروس عدم تفاوت معنی دار میزان پروتئین، چربی و خاکستر را با نمونه های تهیه شده استخری نشان داده است. جدای از رطوبت که حدود ۷۸/۵ درصد ترکیب را تشکیل داده اند، پروتئین به میزان حدود ۱۷/۵ درصد، چربی حدود ۲ درصد و خاکستر در حد یک درصد قرار داشتند (شکل ۲۳). و این در حالیست که ترکیب بیوشیمیایی مواد غذایی مصرف شده تفاوت اساسی نشان داده

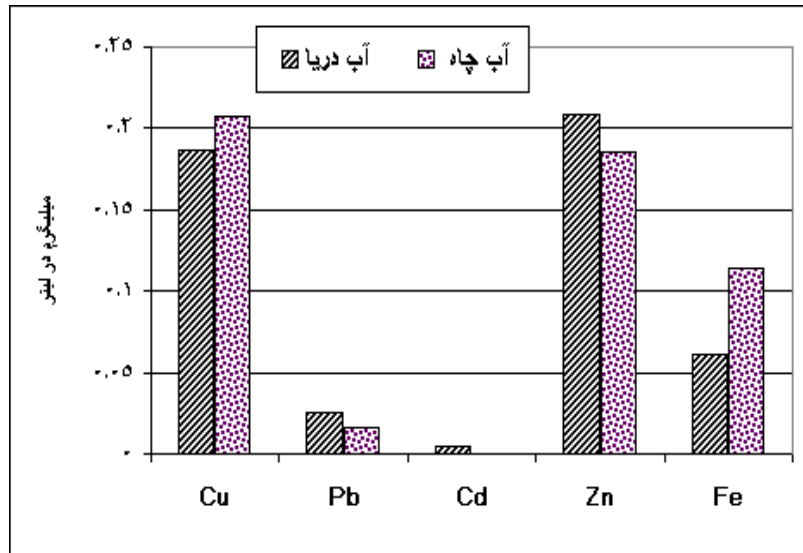
اند، رطوبت بخش اعظم پنتوگاماروس (۷۸/۴) را تشکیل داده در حالیکه در غذای دستی میانگین رطوبت ۱۱/۴ درصد بوده است. جدای از رطوبت مواد هیدروکربنی تشکیل دهنده اصلی مواد غذایی دست ساز و کنسانتره بوده در حالیکه پروتئین ساختار اصلی ترکیب بیوشیمیایی پنتوگاماروس را تشکیل داده است (شکل ۲۳).



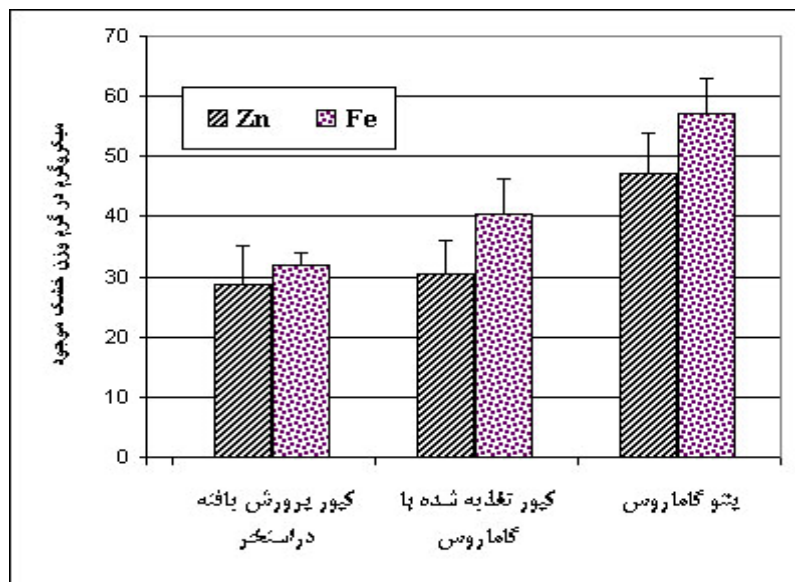
شکل ۲۳) ترکیب شیمیایی (چربی، پروتئین، خاکستر) مواد غذایی استفاده شده و گوشت ماهیان پرورش یافته

سنجش فلزات سنگین هفتگانه در آب دریا و آب چاه عدم تفاوت معنی دار بسیاری از آنها را نشان داده است، مقدار سرب و روی دریای خزر بیشتر از آب شیرین چاه بوده است. مقدار آهن در آب شیرین استفاده شده در آزمایشگاه بسیار بیشتر از مقدار آن در آب دریای خزر بوده است (شکل ۲۴).

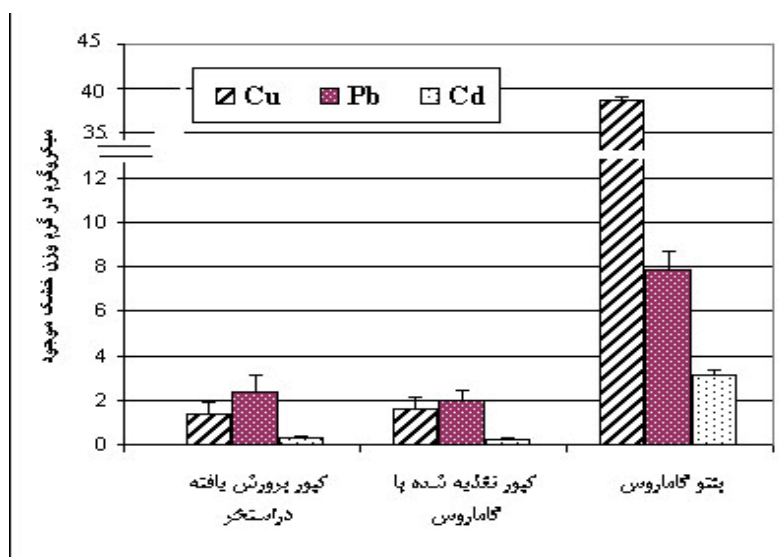
نتایج حاصل از سنجش فلزات سنگین در بافت ماهیان و پنتوگاماروس مورد استفاده در تغذیه نشان داد که مقادیر روی و آهن در دوجورپایان بالا بوده که میانگین مقادیر فلزات مذکور در کپورهای تغذیه شده با پنتوگاماروس بالاتر از کپورهای پرورش یافته در استخرهای طبیعی بوده است (شکل ۲۵). سایر فلزات سنگین شامل مس، سرب و کادمیوم در بافت پنتوگاماروس در سطح بالایی قرار داشته که در این میان میزان مس با میانگین ۳۸/۹ میکروگرم در وزن خشک نمونه قابل توجه میباشد، اما سنجش مقادیر آنها در کپورهای پرورشی تفاوت چندانی نشان نداده است. مقدار سرب کپور پرورش یافته در استخر طبیعی در حد بیشتری نسبت به مقدار آن در کپورهای پرورش یافته با پنتوگاماروس بوده است (شکل ۲۶).



شکل ۲۴) سنجش فلزات سنگین در آب دریای خزر و آب چاه مورد استفاده در آزمایشات



شکل ۲۵) سنجش فلزات سنگین آهن و روی در بافت کپورهای پرورشی و پنتو گاماروس ساحل دریای خزر



شکل ۲۶) سنجش فلزات سنگین مس، سرب و کادمیوم در بافت کپورهای پرورشی و پنتو گاماروس ساحل دریای خزر

۲-۳- فاز دوم: نتایج بررسی سازگاری ناجور پایان در استخرهای پرورش ماهی طی سال ۱۳۸۷

نتایج بررسی جایگزینی نمونه‌های دو جورپا در قفسهای نصب شده در استخرها که هدف اصلی این بررسی بوده نشان داد که پس از دو روز تلفات زیاد در داخل قفسها مشاهده شده و پس از یک هفته تعداد اندکی نمونه در داخل قفسها مشاهده گردیده است که آن نیز با سپری شدن دو هفته به کمترین تعداد در حد کمتر از ۱۰ عدد رسیده است و بطور کلی هیچگونه نشانه مثبتی از سازگار شدن ناجورپایان طی سه دفعه معرفی آنها به قفسها مشاهده نگردید.

سنجش عوامل هیدروشیمی (جدول ۳) در استخرها حکایت از روند مشابه تغییرات در استخرهای طی ماههای مختلف داشته است. در شمای کلی اکسیژن محلول در اکثر ماهها در استخرهای بزرگتر ۱ و ۴ بیشتر بوده و استخر ۲ در کمترین حد قرار داشته است. میزان نیتروژن کل (TN) وضعیت متفاوتی داشته و در اکثر ماهها در استخرهای کوچک ۲ و ۳ بیشتر بوده است، مقدار فسفر کل (TP) در استخرها مشابه بوده و تنها در اواخر خرداد و مرداد مقادیر بالاتر ۰/۱۷ در استخر ۴ سنجش گردیده است (جدول ۳). عوامل هیدروشیمی دیگر همچون هدایت الکتریکی، سختی کل و نترات (EC, TH, NO₃) تغییرات مشابه در ماههای مختلف در استخرها نشان داده است. مقدار (NH₄) در استخر ۱ کمتر از سایر استخرها بوده است. از مقایسه کلیه پارامترها مشخص گردید که

الکالیتی استخرهای ۱ و ۳، سیلیس در استخرهای ۲ و ۴ و نیتروژن کل در استخرهای ۱ و ۳ با یکدیگر تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ داشته اند.

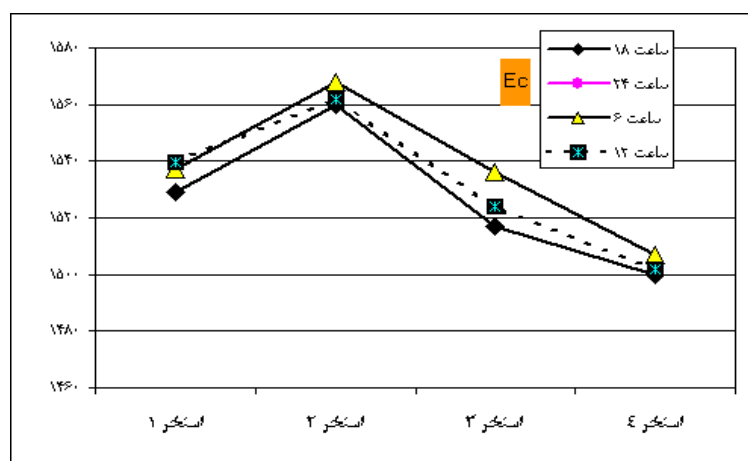
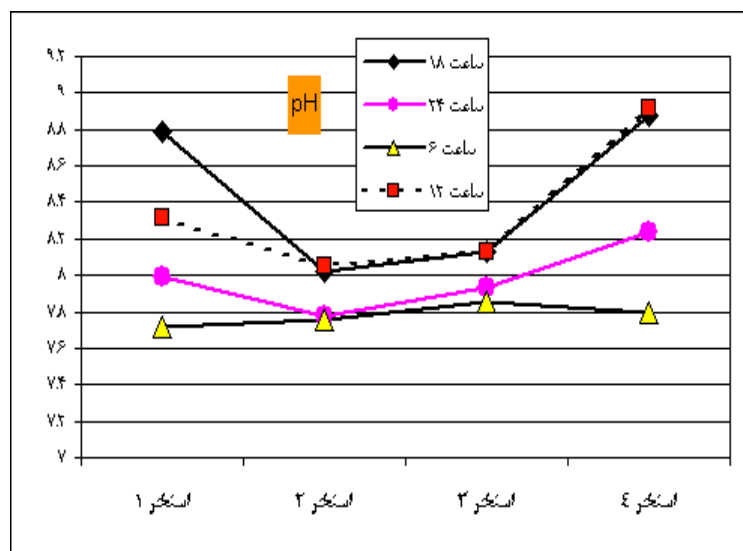
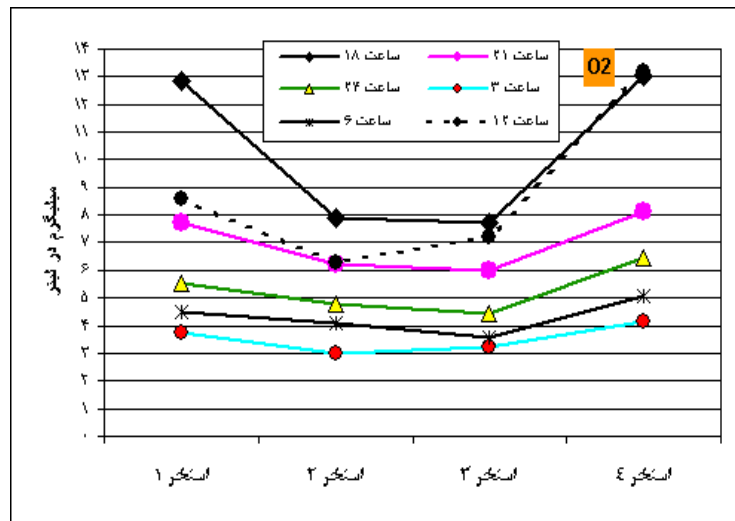
سنجش عوامل هیدروشیمی از داخل قفسها نیز در برخی ماهها صورت گرفت که با محیط بیرونی استخر در پیکره استخرها قیاس شده اند. برخی از این عوامل که تفاوت آشکار تری داشتند در شکل ۲۸ نشان داده شده اند. از بین آنها اسیدیته pH در قفس نصب شده در استخر ۱ تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ نشان داده است. اکسیژن محلول آلکالیتی، اسیدیته در داخل قفسها کمتر از محیط استخرها بوده اند. مقادیر نیتروژن کل و فسفر کل در قفس نصب شده در استخر ۱ بیشتر بوده در حالیکه در قفس نصب شده در داخل استخر ۲ کمتر بوده است. یون آمونیوم نیز در داخل قفسها بیشتر از محیط استخرها سنجش شده است.

نتایج بررسی هیدروشیمی نامطلوب شدن شرایط در قفسها را نسبت به محیط بیرون نشان داده است. همانطور که بیان گردید وضعیت این پارامترها در شرایط نور و تولید در استخرهای پرورشی و طی ساعات ۱۱-۱۲ ظهر سنجش گردیده است.

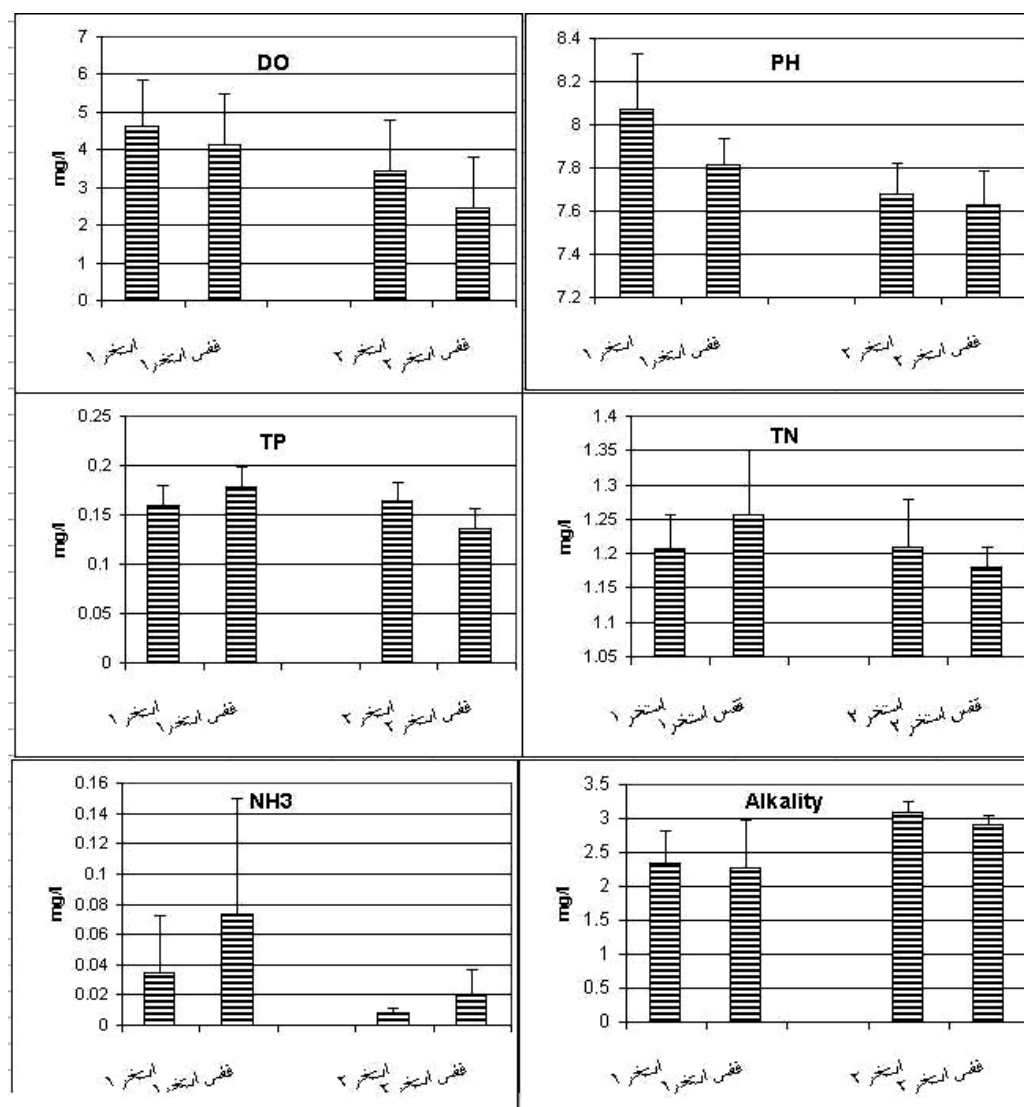
عوامل محدود کننده بقاء ناجورپایان در شرایط نامساعد شب بویژه در مورد اکسیژن تشدید شده که در این ارتباط نتایج سنجش فاکتورهای اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و اسیدیته در شکل ۲۷ نشان داده شده است. اکسیژن محلول در ساعت ۱۸ از حدود ۱۳ میلی گرم در لیتر به حدود ۳ میلی گرم در لیتر در ساعت ۳ صبح تنزل پیدا کرده است. مقدار (pH) نیز در راستای فعالیت فتوسنتزی استخرها در انتهای روز بالاتر از اوایل صبح ثبت گردیده است (شکل ۲۷). در شکل کلی استخرهای ۴ و ۱ بالاترین میزان اکسیژن را طی شبانه روز داشته و دو استخر دیگر مشابه هم و دارای میزان کمتری بوده اند.

جدول ۳) تغییرات عوامل هیدروشیمی در استخرهای مورد بررسی طی ماههای مختلف سال ۱۳۸۲

تاریخ	استخر	هدایت الکتریکی (ms/cm)	PH	کلسیم (mg/l)	سختی کل (mg/l)	اکسیژن محلول (mg/l)	فسفات محلول (mg/l)	فسفات کل (mg/l)	ازت نیتریت (mg/l)	ازت نیترات (mg/l)	ازت آمونیوم (mg/l)	آمونیاک (mg/l)	ازت کل (mg/l)
اردیبهشت	1	1.7	8.06	108.1	352	8.46	0.037	0.081	0.001	0.542	0.467	.	1.111
تیر	1	1.88	8.33	66.07	276	7.2	0.014	0.159	0.003	0.017	0.556	0.08	1.108
مرداد	1	1.8	8.41	63.26	254	3	0.031	0.164	0.001	0.102	0.437	0.088	1.2
مرداد	1	1.79	8.01	52.05	430	5.9	0.05	0.156	0.002	0.018	0.157	0.01	1.27
شهریور	1	1.45	7.8	50.4	226	5	0.026	0.157	0.004	0.05	0.35	0.007	1.15
اردیبهشت	2	1.43	7.83	104.1	308	6.66	0.032	0.076	0.034	0.496	0.533	.	1.102
تیر	2	1.88	7.86	78.48	312	4	0.019	0.097	0.014	0.043	0.342	0.018	1.032
مرداد	2	1.95	7.78	73.67	286	2.5	0.017	0.155	0.002	0.148	0.407	0.01	1.258
مرداد	2	2.02	7.66	56.06	330	4.6	0.05	0.159	0.014	0.031	0.21	0.005	1.43
شهریور	2	1.7	7.58	76.08	334	4.4	0.027	0.172	0.008	0.03	0.29	0.006	1.16
اردیبهشت	3	1.14	7.91	68.07	242	7.29	0.035	0.072	0.013	0.303	0.434	.	1.306
تیر	3	1.62	7.94	76.48	301	5	0.027	0.158	0.017	0.005	0.754	0.04	2.036
مرداد	3	1.81	7.77	68.87	286	3.5	0.018	0.191	0.003	0.195	0.589	0.044	1.02
مرداد	3	1.99	7.94	84.08	320	6.4	0.043	0.143	0.19	0.107	0.376	0.009	1.59
شهریور	3	1.82	7.7	92	344	4.8	0.019	0.137	0.05	0.116	0.558	0.01	1.5
اردیبهشت	4	1.66	8.65	60.06	251		0.031	0.104	0.001	0.352	0.318	.	1.062
تیر	4	1.32	7.74	65.27	275	4.8	0.019	0.164	0.017	0.026	0.593	0.031	0.89
مرداد	4	1.5	7.81	63.26	264	4.5	0.014	0.262	0.003	0.21	0.559	0.041	0.971
مرداد	4	1.82	8.43	80.08	360	6	0.098	0.28	0.006	0.021	0.256	0.017	1.77
شهریور	4	1.43	7.86	60.8	238	5.6	0.033	0.158	0.004	0.05	0.3	0.18	1.1



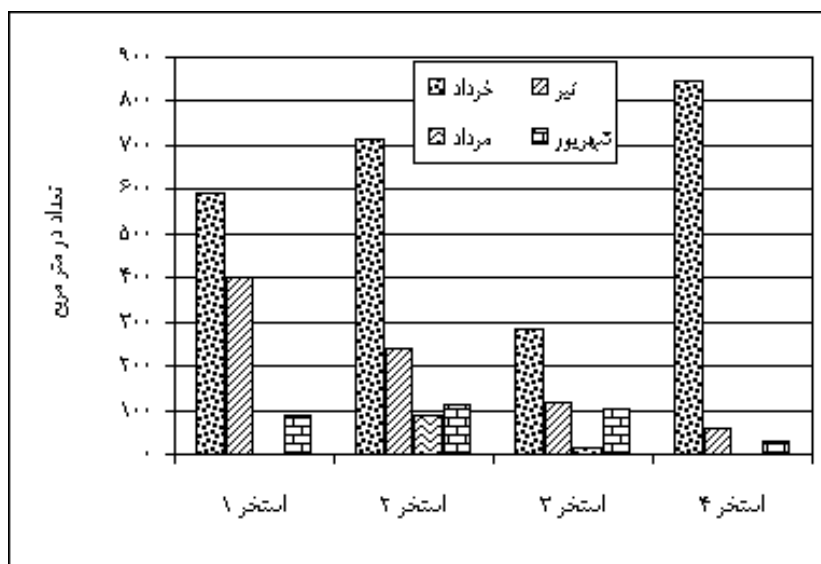
شکل ۲۲) تغییرات اکسیژن محلول ، اسیدیته و هدایت الکتریکی استخرهای مورد بررسی در ساعات مختلف شبانه روز



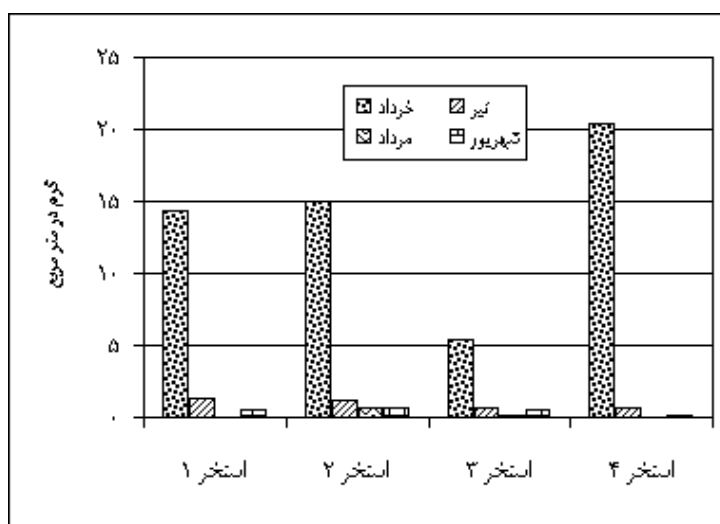
شکل ۲۸) مقایسه مقادیر برخی فاکتورهای هیدروشیمی در داخل قفسها و محیط استخر

بررسی کفزیان در استخرهای مورد بررسی طی ماههای مختلف عدم حضور *Pontogammarus maeoticus* را نشان داده است. عمده فراوانی و زیتوده کفزیان مربوط به دو گروه (Chironomidae) و (Tubificidae) بوده است. زیتوده این دو گروه در تیر ماه بیشتر از سایر ماهها بوده و در استخرهای ۱ و ۲ در حد ۱۵ گرم در متر مربع بوده است که در استخر ۳ در حد ۵/۵ و در استخر ۴ حدود ۲۰/۴ گرم در مترمربع بوده است. با مصرف این موجودات در استخرها زیتوده آنها در کلیه استخرها بشدت کاهش یافته که در شهریور به کمتر از ۰/۵ گرم در متر مربع رسیده است (شکلهای ۲۹ و ۳۰). بررسی موجودات در حاشیه استخرها نیز عدم حضور *P. maeoticus* را در حواشی استخرها و لابه لای پوششهای گیاهی نشان داده است. موجودات مشاهده شده در این استخرها شامل گروههای

(Ephemeroptera) و (Odonata) و (Coleoptera) و (Gastropoda) بوده اند. همچنین گونه میگوی غیر بومی (*Macrobrachium*) که پراکنش وسیعی در ایران یافته نیز در این استخرها مشاهده شده و در استخر ۴ در حد یک گرم در متر مربع نیز دیده شده است (جدول ۴)، حضور موجود اخیر علی رغم نصب فیلترهای کیسه ای در ورودی آب استخر مشهود می باشد.



شکل ۲۹) فراوانی دو گروه عمده موجودات کفزی (Chironomidae و Tubificidae) از بستر استخرهای مورد بررسی طی ماههای مختلف سال ۱۳۸۷



شکل ۳۰) زیتوده دو گروه عمده موجودات کفزی (Chironomidae و Tubificidae) از بستر استخرهای مورد بررسی طی ماههای مختلف سال ۱۳۸۷

جدول ۴) تعداد و زیتوده موجودات مشاهده شده در بستر و حواشی استخرهای مورد بررسی

استخر	موجود	تعداد (عدد در متر مربع)	زیتوده (گرم در مترمربع)
استخر ۱	Chironomidae	401	7.43
	Ephemeroptera	5	0.01
	Macrobrachium	5	0.25
	Tubificidae	94	0.43
استخر ۲	Chironomidae	341	5.78
	Ephemeroptera	2	0.00
	Gastropoda	2	0.02
	Macrobrachium	2	0.06
	Odonata	64	0.77
	Tubificidae	126	1.77
استخر ۳	Chironomidae	119	1.78
	Macrobrachium	2	0.62
	Tubificidae	50	0.42
استخر ۴	Chironomidae	341	7.89
	Coloptera	2	0.02
	Ephemeroptera	10	0.02
	Gastropo	2	0.01
	Macrobrachium	9	2.98
	Odonata	15	0.25
	Tubificidae	127	2.66

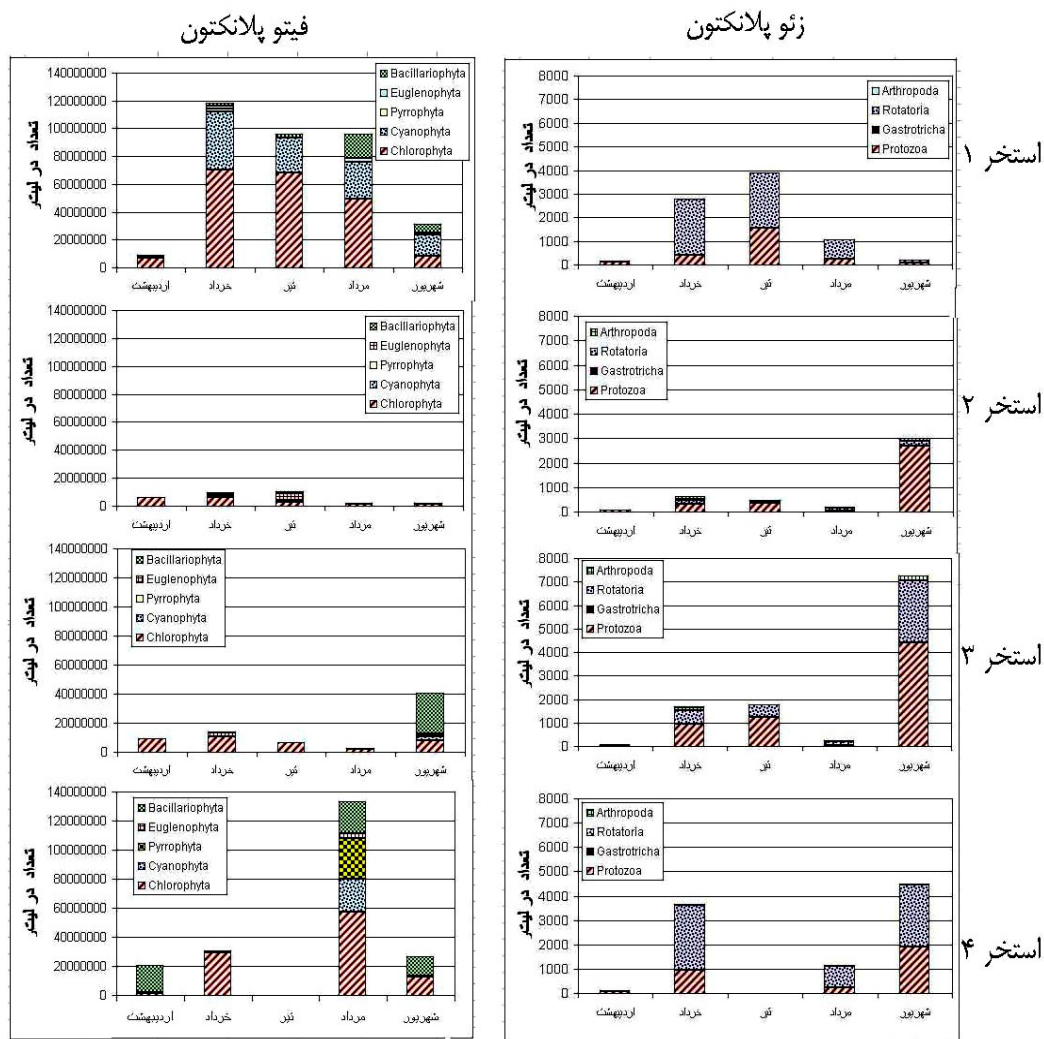
بررسی پلانکتون استخرهای مورد بررسی در ماههای مختلف نشان داد که شاخه (Chlorophyta) در چهار استخر قالب بوده است. شاخه (Cyanophyta) در استخر ۱، شاخه (Euglenophyta) در استخر ۲، شاخه (Bacillariophyta) در استخر ۳ (طی ماه شهریور) و استخر ۴ در رده بعدی دیده شدند. همچنین در مرداد ماه (Pyrrophyta) یکی از گروههای قالب را تشکیل داده اند (شکل ۳۱). کمترین و بیشترین فراوانی فیتو پلانکتونها در استخر ۱ از ۹ تا ۱۱۸ میلیون در لیتر، در استخر ۲ از ۲ تا ۱۰ میلیون در لیتر، در استخر ۳ از ۳ تا ۴۰ میلیون در لیتر و در استخر ۴ از ۲۰ تا ۱۳۴ میلیون در لیتر متغیر بوده است (شکل ۳۲).

مشاهده جنسهای فیتو پلانکتونی در ماهها و استخرهای مختلف نشان داد که استخر ۱ در ماههای مختلف سه جنس (Ankistrodesmus، Carteria و Spinulina) را در خود قالب داشته و استخر ۲ در بیشتر ماهها شامل (Scenedesmus) بوده ضمن آنکه در برخی ماهها جنس (Ankistrodesmus) و (Euglena) قالب بوده اند. جنس

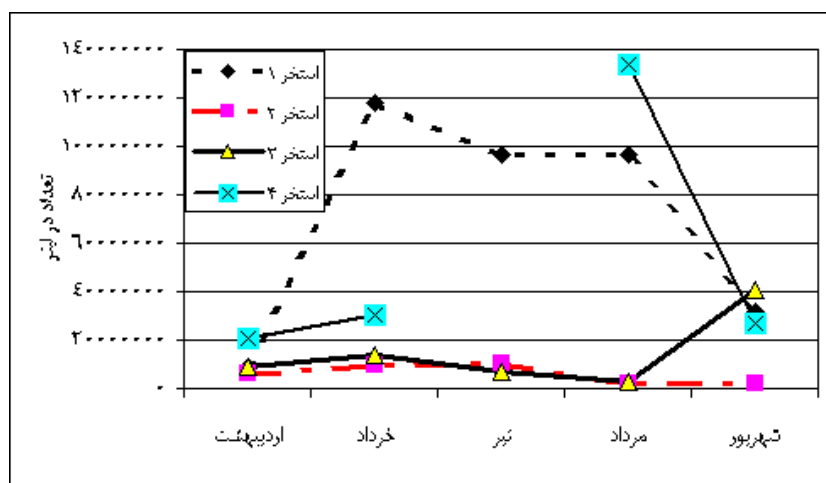
(Scenedesmus) در استخر ۳ در اکثر ماهها قالب بوده هر چند در شهریور جنس (Nitszhia) بیشترین قابلیت را داشته است. تنوع جنسها در استخر ۴ نیز مشاهده شده بطوریکه (Cyclotella و Nitschia ، Scenedesmus) در ماههای مختلف قالب بوده اند (شکل ۳۱).

بررسی فراوانی جنسهای زئو پلانکتونی در اردیبهشت ماه نشان داد که (Ciliata) بیشترین فراوانی را در ۴ استخر داشته اند. در خرداد ماه این جنسها در استخر ۴ و ۱ شامل (Trichocerca) بوده و دو استخر دیگر (Ciliata) قالب بوده اند. در تیر ماه جنس (Anuraeopsis) در استخر شماره ۱ و جنس (Tintinnidium) در استخرهای ۱ و ۲ و ۳ قالب بوده اند، در مرداد ماه جنس (Tintinnidium) در کلیه استخرها قالب بوده اند در شهریور ماه استخر ۱ دارای قابلیت گونه های (Ciliata) بوده و استخر ۲ (Tintinnidium) استخرهای ۳ و ۴ دو جنس (Anuraeopsis و Tintinnidium) جنسهای قالب را تشکیل داده اند.

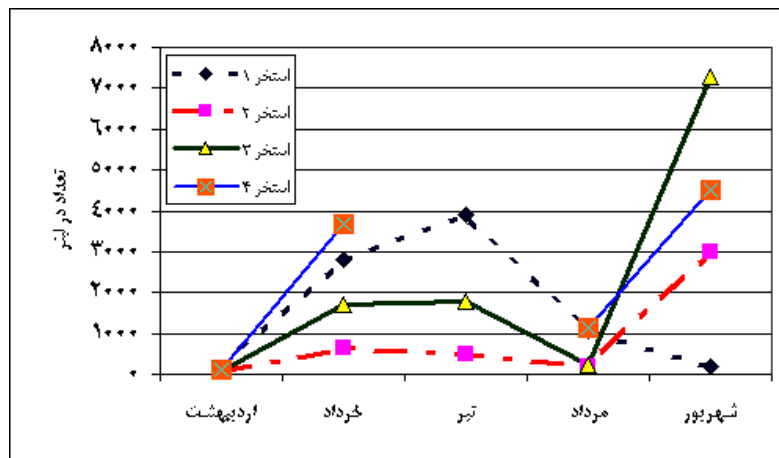
بررسی شاخه های زئو پلانکتونی در ۴ استخر مورد بررسی نشان داد که شاخه های (Protozoa و Rotatoria) در استخرها قالب بوده که فراوانی کلی این موجودات در اکثر ماهها در استخرهای ۴ و ۱ بیشتر بوده، ضمن آنکه استخرهای ۲ و ۳ در شهریور ماه با افزایش زئو پلانکتونی مواجه شده است (شکل ۳۱). فراوانی کلی زئو پلانکتونها در استخر ۱ از ۱۷۰ تا ۸۱۱۰، استخر ۲ از ۸۰ الی ۳۰۰۰ و استخر ۳ از ۸۰ تا ۷۲۷۰ و استخر ۴ از ۱۳۰ الی ۴۵۱۰ عدد در لیتر بوده است (شکل ۳۳).



شکل (۳۱) فراوانی شاخه‌های پلانکتونی در ماهها و استخرهای مختلف

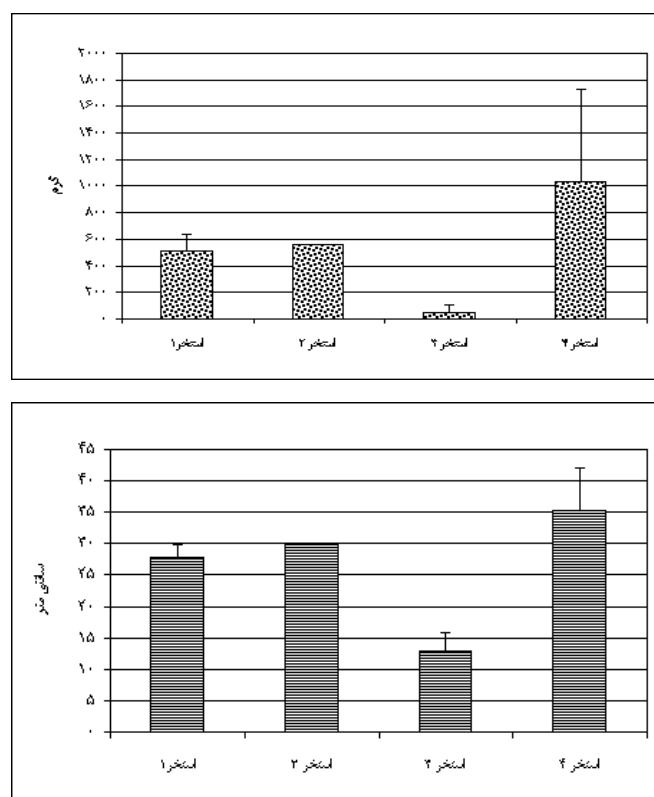


شکل (۳۲) فراوانی کلی فیتو پلانکتونها در ماهها و استخرهای مختلف

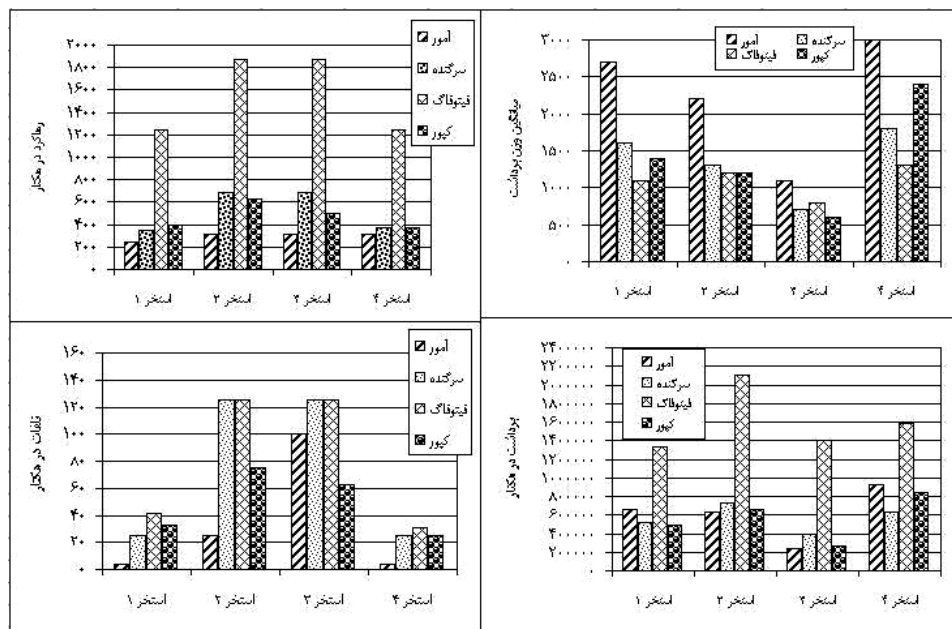


شکل ۳۳) فراوانی کلی زئو پلانکتونها در ماهها و استخرهای مختلف

نتیجه زیست سنجی ماهی کپور در نیمه دوره پرورش (در اواسط شهریور) در شکل ۳۴ نشان داده شده است. همانگونه که پیداست میانگین وزن و طول ماهی کپور در استخر ۱ و ۲ تفاوت چندانی نداشته ضمن آنکه استخر ۴ از وضعیت رشد بهتری بر خوردار بوده است (شکل ۵۴). میانگین وزن ماهی کپور در استخر ۳ کمترین بوده و برداشت نهایی در این استخر نیز کمترین بوده است. برداشت در هکتار استخرها بترتیب ۳، ۴/۱، ۲/۳ و ۴ تن در هکتار محاسبه شده است (شکل ۳۵).



شکل ۳۴) میانگین وزن و طول کپورهای زیست سنجی شده در شهریور ماه از استخرهای مورد بررسی



شکل ۳۵) تعداد رهاسازی، میزان تلفات، و میانگین وزن برداشت و کل برداشت هریک از استخرها بر حسب گونه‌های ماهی

۴- بحث

همانطور که بیان گردید کپورهای تغذیه شده با *Pontogammarus* از رشد مطلوبی طی مدت بررسی برخوردار بوده (شکل ۱۸) که قابل قیاس با کپور ماهی پرورش یافته در استخر با رژیم همه چیز خواری (غذای طبیعی زنده و غذای دستی) میباشد (شکل ۳۴)، در این استخرها وزن ماهی کپور در نیمه دوره پرورش (در اواسط شهریور) بالاتر از ۵۰۰ گرم و در استخر ۴ به بالاتر از ۱۰۰۰ گرم نیز رسیده بود. این مطلب تاکید مجددی بر اهمیت غذای زنده در تغذیه و رشد ماهیان می باشد. مقایسه آنالیز شیمیائی غذای دست ساز و ناجورپای مورد استفاده که در شکل ۲۳ ارائه گردیده تفاوت محسوس در میزان پروتئین و خاکستر *Pontogammarus maeoticus* نسبت به غذای کنسانتره و دست ساز را نشان داده است.

در مطالعه ای که همزمان با این بررسی روی رشد کپور ماهیان با غذای کنسانتره انجام گرفت، پس از ۱۴۴ روز میانگین وزن ماهی کپور در تغذیه از غذای کنسانتره ۲۳۲/۲۵ گرم با نرخ رشد روزانه ۰/۰۰۷ گرم در روز بوده که حدود ۳/۲ برابر نرخ رشد روزانه کپورهای تغذیه شده با پنتوگاماروس بوده است (میرزاجانی، ۱۳۸۷). مقایسه ترکیب شیمیایی دو نوع غذا تفاوت ۲-۲/۵ برابری پروتئین و خاکستر *Pontogammarus* نسبت به غذای کنسانتره را نشان داده که میتواند تفاوت رشد ماهیان را سبب شود.

در مطالعه سیف آبادی و همکارانش (۱۳۸۲) تفاوت جزئی ترکیبات عمده شیمیائی *Pontogammarus maeoticus* به نسبت وزن خشک با مطالعه کنونی مشاهده شد که میتواند بدلیل تاثیر تغییرات فصلی در ترکیبات شیمیائی باشد. در مطالعه مذکور (سیف آبادی و همکاران، ۱۳۸۲) که طی سال ۱۳۷۹ در سواحل جنوبی دریای خزر انجام گرفت، میزان میانگین پروتئین کل حدود ۴۲/۴٪ میانگین میزان چربی ۴/۱٪ میانگین مقدار خاکستر ۳۰/۵٪ بوده است. در تحقیق علوی و همکاران (۱۳۸۶) نیز ضریب تبدیل غذایی استفاده از گاماروس بسیار مطلوب گزارش گردید که نمونه های خشک شده پنتوگاماروس با میانگین رطوبت ۶ درصد از میزان پروتئین و خاکستر تقریباً برابر با نمونه های تر مورد تحقیق در این بررسی برخوردار بوده اند، درصد چربی در نمونه های خشک شده حدود ۱۷ درصد گزارش گردیده که در مقایسه با مطالعات ذکر شده در بالا خیلی بیشتر بوده است. همچنین اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره در گاماروسهای دریایی بیشتر از غذاهای تجاری بوده است (علوی و همکاران، ۱۳۸۶).

همانطور که در شکل ۲۳ مشاهده گردید، ترکیب شیمیایی گوشت کپور ماهیان تغذیه شده با رژیم های مختلف غذایی تقریباً یکسان بوده و تفاوت محسوسی بین آنها مشاهده نگردید، چرا که اغلب تفاوت ترکیب شیمیایی بدن ماهی از گونه ای به گونه دیگر متفاوت است و در شرایط یکسان از نظر سن، جنس، فصل، شرایط محیطی و دسترسی کافی به مواد غذایی نباید بین افراد یک گونه ماهی تفاوت چندانی مشاهده شود (رضوی شیرازی، ۱۳۷۳).

رشد تقریباً مشابه کپورهای تغذیه شده با پنتوگاماروس و کپورهای پرورش یافته در استخر بیانگر توانایی بالای ماهی کپور در استفاده از منابع غذایی مختلف برای رشد میباشد بطوریکه Degani و همکاران (2008) این توانایی را در هضم پروتئین سه نوع غذای مختلف شامل آرد ماهی، پودر سویا و آرد مرغ نشان دادند. استفاده از *Pontogammarus* در رژیم غذایی ماهی کپور بدلیل برخورداری از رنگدانه کارتنوئید در پیکره گاماروس موجب تغییر رنگ گوشت ماهی کپور از شیری متمایل به قهوه ای بسمت نارنجی ملایم نیز گردیده و همچنین قوام بیشتری در بافت گوشت ایجاد نموده است. نتایج ارزیابی نیز نشان داد که تیمار کپورهای تغذیه شده با *Pontogammarus* نمره عالی و خوب گرفتند و در واقع کیفیت رنگ، طعم و بافت گوشت این تیمار در اولویت نخست و کپور پرورش یافته با تولیدات طبیعی استخر در رتبه دوم و کپور پرورش یافته با غذای کنسانتره در جایگاه سوم ارزیابی ارگانولپتیک قرار گرفتند.

همانطور که در تحقیق علوی و همکاران (۱۳۸۶) اشاره گردید، اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره در گاماروسهای دریایی بیشتر از غذاهای تجاری بوده است، اما بررسیهای اولیه در ادامه این تحقیق روی نمونه های تر *P. maeoticus* بالاتر بودن مقادیر آن را نسبت به آرد گاماروس نشان داده است (میرزاجانی، منتشر نشده).

همانطور که گفته شد افزودن اسیدهای چرب با زنجیره بلند بخصوص (EPA) و (DHA) به جیره غذایی ماهیان بویژه در مرحله لاروی ضروری می باشد که نتایج حاصل از این بررسی و تحقیق علوی و همکاران (۱۳۸۶) حاکی از حضور این اسیدهای چرب در *P. maeoticus* داشته است، البته مقادیر اسیدهای چرب سنجش شده در این بررسی که روی نمونه های تر انجام گرفت در مقایسه با آرد گاماروس بررسی علوی یگانه و همکاران (۱۳۸۶) در کلیه موارد بیشتر بوده است، اما مقادیر آن در کپورهای تغذیه شده با این موجودات در حد کمتر سنجش گردیده است (اطلاعات منتشر نشده).

رشد بالا و کیفیت مطلوب گوشت ماهیان پرورش یافته با پنتو گاماروس امکان بهره برداری و استفاده از آنها را بعنوان مکمل غذایی تلقی مینماید که هم اکنون نیز در برخی مناطق برای طیور و ماهیان زینتی استفاده میشود. در استفاده از این موجودات علاوه بر توجه به مسائل زیست شناسی و اکولوژی به مسائل بهداشتی نیز باید توجه نمود. مس، روی، سرب و کادمیوم از جمله عناصری هستند که اغلب در پسابهای شهری و کشاورزی وجود داشته و بالاتر رفتن آن از حد مجاز ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی (استاندارد WHO) خطرناک خواهد بود (حسینی، ۱۳۷۷). بهره گیری از دوجورپایان بصورت خشک شده یا مکمل غذایی مخاطراتی را بهمراه دارد چرا که این موجودات بعنوان نمایه آلودگی شناخته شده اند، البته مقدار برخی از این فلزات نقش اساسی در زندگی این موجودات دارند.

نتایج حاصل از تحقیقات متفاوت نشان داد که بین آمفی پودهای روی بستر و زیر بستر تواناییهای مختلفی در جذب و جمع آوری مس و روی وجود داشته و بطور کلی گاماروسها به عنوان اندیکاتور بیولوژیکی برای آشکار سازی مناطق آلوده به فلزات مطرح میباشند.

در مطالعه یار محمدی (۱۳۸۷) مشخص شد که گونه *Pontogammarus maeoticus* توانایی بالایی در جذب فلز کادمیم دارد و به ازای هر کیلوگرم وزن خشک موجود بین ۸-۲/۵۵ میلی گرم بوده است که بسیار بالاتر از حد اندازه گیری شده در روی کفزیان ساحلی دریای بارنز (Zauke et al., 2003) به میزان ۰/۹ میلی گرم دریک کیلوگرم وزن خشک آنها بوده است. نتایج تحقیق حسینی و همکاران (۱۳۷۹) نشان داد که میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در گاماروسهای نر و ماده نسبتاً یکسان بوده اما در نمونه های بالغ و نابالغ از تفاوت معنی داری برخوردار بوده است، هرچند قدرت جذب و نسبت تجمع عناصر در گاماروسهای نابالغ در طی دوران کوتاه نابالغی، درصد بیشتر و زیادتری را به خود اختصاص داده و تنها ۲۰ درصد از کل میزان عناصر، در طی دوران بلوغ جذب بدن آنها گردیده است.

بررسی فلزات سنگین در رسوبات ساحلی دریای خزر (پری زنگنه و لاکان، ۱۳۸۶) نشان داد که شش فلز آلومنیوم، کادمیوم، مس، سرب و نیکل و روی دارای غلظتهای بالایی بوده اند هر چند تفاوت غلظتها در مناطق مختلف نیز مشاهده شده است. در نزدیکی مرز آذربایجان آلودگی بسیار زیاد بوده که ناشی از استخراج و پالایش نفت و مجتمع پتروشیمی در کشور آذربایجان میباشد و در حوالی رودخانه سفید رود که متاثر از حجم

انبوه آلاینده‌های آن بوده است، همچنین در جنوب شرقی دریای خزر در نزدیکی مرز ترکمنستان مقادیر بالایی از کلیه فلزات سنگین گزارش شده است، تنها در حد فاصل تنکابن و امیرآباد غلظت کادمیوم بالا بوده و سایر فلزات در حد بسیار پائین بوده اند.

اثر آلاینده‌ها روی این موجودات نیز بسیار وسیع بوده، بطور مثال تحقیقات (Garanina, 1984) عملکرد فلزات سنگین روی متابولیسم کربوهیدراتها بویژه محتوای گلیکوژن بافتها و میزان همولنف را روی گونه *Pontogammarus maeoticus* نشان داده بطوریکه در روزهای اول، محتوای پائین گلیکوژن بافتها تنها تحت تاثیر غلظت کادمیوم و مس ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر بوده با عملکرد ۰/۰۱-۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر فلز جیوه تا پنجمین روز محتوای گلیکوژن تا ۳۰ درصد پائین تر بود.

نتایج بررسیهای آکواریومی نشان داد که در آب چاه و آب شهر بقاء و تکثیر دوجورپایان اندک بوده هرچند تعداد نهایی موجود در آب شهر بیشتر از آب چاه و میزان تلفات در آب چاه بیشتر از آب شهر بوده است، تلفات در آکواریومهای با آب شیرین شهر بیشتر از آکواریومهای با آب دریا بوده است (شکلهای ۱۴ تا ۱۷). یافته حاضر حکایت از سازگاری اندک تا متوسط گونه *Pontogammarus maeoticus* در آب شیرین داشته و شاید شوری بالاتر تا حد ۱۲ در هزار شرایط مطلوبتری برای بقاء و توسعه آنها فراهم نماید، نکته ای که توسط (Soldatova, 1986) در دریای آزوف مورد تحقیق قرار داده است. از سوی دیگر فرضیه وجود دو فرم سازگار در شوریه‌های مختلف (Vorobyova, & Nikonova, 1987) قابل‌تعمل بوده و مطالعات وسیعتر تفکیک گونه ای با استفاده از علم ژنتیک را طلب میکند. مطالعات ریخت‌شناسی و روشهای ملکولی این گونه در دو حوزه سیاه و خزر توسط (Nahavandi et al., 2009) تفاوت‌های اصلی بین دو گروه را نشان داده که میتواند دلیلی بر عدم سازگاری گونه *P. maeoticus* در استخرهای مورد مطالعه باشد.

علاوه بر خصوصیات بیولوژیک گونه، فاکتورهای اکولوژیک نیز در سازگاری آنها نقش اساسی ایفا میکنند، این نکته در مطالعه (Devin & Beisel, 2007) روی گونه‌های مهاجم نشان داده شده که تحمل شوری از عوامل اکولوژیک مهم بشمار رفته و نمونه‌های بزرگتر نسبت به گونه‌های کوچکتر بواسطه سازگاری بهتر، بیشتر مهاجم شده اند.

املاح موجود در آب دریا که بصورت سختی آب خود را نشان میدهند یونهای مورد نیاز موجود بوپژه کلسیم را هنگام پوست اندازی فراهم مینمایند، و بطوریکه که قیلا بیان گردید خصوصیات فیزیکی شیمیایی آبهای مورد استفاده در این تحقیق حاکی از بالاتر بودن ترکیبات کلسیم، منیزیم و سختی و بطور کلی شوری آب دریا بیشتر از آب شهر و آب شهر بیشتر از آب چاه بوده است. مقادیر این ترکیبات در استخرهای مورد مطالعه نیز (جدول ۳) خصوصیات حد واسط آب چاه و آب شهر را داشته و جزء آبهای کاملاً شیرین قلمداد میگردد.

میانگین شوری در محلهای زیست این موجود، در فصول مختلف و در اعماق کمتر از ۱۰ متر متغیر بوده و میانگین آن از حداقل ۶/۳ تا ۱۳/۸۳ گرم در لیتر در نوسان بوده است (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳). بررسی روی رشد و نگهداری مولدان و نوزادان گاماروس در محدوده های شوری بالاتر از ۱۰ گرم در لیتر آزمون گردید و نشان داده شد که در شوریهایی نزدیک به محیط طبیعی یعنی ۱۰ گرم در لیتر نتایج بهتری حاصل شده و میزان بقاء و زاد آوری و رشد در حد بالاتری بوده است، در شوریهایی بالاتر میزان بیشتر تلفات نیز رویت شده است (عابدیان و همکاران، ۱۳۸۲).

از سوی دیگر کیفیت آب چاه نیز در تلفات بالای تیمارهای مربوطه و وانهای مورد آزمایش تاثیر گذار بوده است، رسوب لوله ها و اتصالات مربوطه همچون لایه ای بستر زیست ناجورپایان را پوشانده و تلفات بالا را در آنها سبب شده است. مقایسه سنجش عناصر سنگین در آب دریا و آب چاه اگرچه عدم تفاوت معنی دار بین غلظت آنها را نشان داده اما میزان سرب، کادمیوم و روی آب دریا نسبت به آب چاه بالاتر بوده است (شکل ۲۴)، تنها مقدار آهن آب چاه مورد استفاده در آزمایشگاه بسیار بیشتر از مقدار آن در آب دریای خزر با تفاوت معنی دار سنجش گردیده است (بابایی و همکاران، ۱۳۸۷).

از دلایل دیگر عدم توفیق سازگاری دوجورپایان در وانهای مورد آزمایش افزایش تعداد حشرات در محیط مورد بررسی بوده است. نصب چند عدد لامپ در بالای مخازن در اواسط دوره آزمایش بواسطه مسائل حفاظتی ایستگاه افزایش زیتوده گروههای دوبالان را دربر داشته که احتمال رقابت زیستگاهی را با دوجورپایان فراهم نموده است، افزایش زیتوده Chironomidae در این وانها مصداق این مدعا میباشد.

شرایط جاری حاکم در پرورش ماهی و معطلاتی که بصورت مقطعی برجسته می نماید عوامل محدود کننده اصلی در استفاده از این موجودات در استخرهای پرورش ماهی محسوب میگردد. شرایط نامناسب آبیگری سال

۱۳۸۶ و اوایل ۱۳۸۷، قطع برق در دفعات متعدد طی روز عدم موفقیت سازگاری دوجورپایان در قفسها را در بر داشته است که در بسیاری مواقع میزان اکسیژن مزارع بشدت کاهش یافته و بویژه در داخل قفسها به کمتر از ۳ میلی گرم در لیتر نیز تنزل یافته است (شکلهای ۲۷ و ۲۸)، و این درحالیست که در محلهای زیست این موجود اکسیژن همواره بالاتر از ۵ میلیگرم در لیتر ثبت شده است. در راستای استفاده از این موجودات در فن آوری پرورش ناجورپایان توسط ورویوآ و نیکونوآ (۱۹۸۷) ملزم گردیده تا ارتباط آنها با مقادیر اکسیژن و شوری مشخص گردد، چراکه وضعیت کاملاً مشابه زیستگاهی در استخرهای پرورش ماهی بوجود نخواهد آمد. بررسی هیدرولوژی و هیدرو بیلوژی دریای خزر (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳) نشان داد که میانگین حداقل و حداکثر اکسیژن محلول در محلهای زیست این موجود و در اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر حدود ۵/۱۱ تا ۸/۲۱ میلیگرم در لیتر بوده است.

کاهش مقادیر اکسیژن استخرها با نصب تجهیزات هواده در استخرها مرتفع میگردد اما استفاده از این ادوات بواسطه هزینه بالای خرید و بهره‌گیری از نیروی برق نه چندان ارزان مورد توجه اکثر پرورش دهندگان نبوده و تنها در موارد اضطراری مورد استفاده قرار میگردند. از آنجاکه که روند آبیگری استخرها روند کاملاً اجباری را طی نموده در برخی مواقع ورود آبهای آلوده به استخرها را در بر داشته که میتواند در فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب تاثیر لحظه‌ای داشته باشد که متعاقباً مرگ و میر نمونه‌ها را سبب شود. کوددهی استخرها نیز تغییرات ناگهانی تروپی آب را در برخی زمانها سبب شده که در تفاوت با محلهای زیست موجود مرگ و میر آنها را سبب شده است.

همانطور که از جدول ۳ و شکل ۲۸ پیداست مقدار فسفر کل استخرها تنها در اردیبهشت ماه در حد کمتر از ۰/۱ میلیگرم در لیتر بوده یعنی مزوتروف بوده و در سایر ماهها بیشتر شده و تا ۰/۲۸ میلیگرم در لیتر نیز رسیده است که خصوصیات آبهای یوتروف را نشان میدهد. همچنین مقدار میانگین ازت کل استخرها بالاتر از ۰/۹ میلیگرم در لیتر (استخر ۴) بوده و به میزان ۲/۰۴ میلیگرم در لیتر در استخر ۳ نیز سنجش شده است که با خصوصیات آبهای یوتروف همخوانی کامل دارد. مقدار فسفر کل و ازت کل استخرها با مقدار میانگین آنها با بسیاری از دریاچه‌ها و تالابهای طبیعی یوتروف همچون تالاب انزلی، دریاچه ارس، دریاچه مهاباد و دریاچه نئور برابری میکند. وضعیت فاکتورهای هیدروشیمی داخل قفسها در مقایسه با محیط استخر وضعیت نامناسبتری داشته و

مقادیر اکسیژن داخل قفسها کمتر از محیط استخرها بوده و مقادیر ترکیبات از ته و فسفره نیز در قفسها بیشتر بوده است (شکل ۲۸).

مقدار ازت کل در محلهای زیست این موجودات در اعماق کمتر از ۱۰ متر دریای خزر از حداقل ۷۸ تا ۱۶۴۳ میکرو گرم در لیتر و فسفر کل از حداقل ۱۱ تا ۱۹۳ میکروگرم در لیتر در نوسان بوده است (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳). بر اساس (OECD, 1982) شاخص تروفي فسفات کل برای دریاچه های مزوتروف دارای دامنه ۰/۰۹۵ - ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر بوده و برای دریاچه های یوتروف دارای دامنه ۰/۳۸ - ۰/۰۹۶ میلی گرم در لیتر بیان گردیده، همچنین میانگین ازت کل برای دریاچه های مزوتروف در حد ۰/۷۵۳ با دامنه ۰/۶۳ - ۰/۳۰۷ میلی گرم در لیتر ارائه شده است.

ساکن کردن تعداد اندک نمونه های (*Obesogammarus acuminatus*) در پوششهای گیاهی آزولا نتوانسته نتایج مثبتی را به همراه داشته باشد و معرفی در حد چند ده هزار باید آزمون گردد. عدم توفیق جمع آوری دوجور پایای (*O. acuminatus*) علاوه بر سپری شدن زمان مناسب جمع آوری (تا انتهای اردیبهشت) مربوط به تغییرات شدید شرایط اکولوژیک تالاب انزلی بوده که در بسیاری بخشها با گسترش پوششهای نی و گیاهان حاشیه ای همراه بوده است (شکل ۱۰). همچنین تاخیر در زمان جمع آوری بواسطه تاخیر در آبگیری استخرها سبب گذر از دوره تولید مثلی نمونه ها در تالاب شده که با تغییر شرایط دمایی و زیستی تالاب و یوتروفي شدن شدید آن در اکثر مناطق همراه بوده است و این عوامل سبب گشت تا تعداد نمونه اندکی جمع آوری گردد. در واقع مناطقی که در گذشته تعداد زیادی از موجودات را در خود جای داده بود در زمان کنونی فاقد موجود بوده اند.

عدم توفیق سازگاری دوجورپایان در محیط استخرها نیز مشاهده گردید بطوریکه در بررسی کفزیان استخرها نشان داده شد، هیچگونه دوجورپایی در بستر و حواشی مشاهده نگردید. در حالیکه در مطالعه وربیوآونیکونوآ (۱۹۸۷) میزان بالای هماوری ناجورپایان موجب ورود انبوه نوزادان به استخر شده و در نتیجه باعث غنی سازی منابع غذایی طبیعی شده بودند، نوزادانی که وارد استخر شدند سریعاً رشد کرده و تکثیر نموده و بخشهای ساحلی و کم عمق دارای بستر شنی متراکم را اشغال کرده بودند، بدین ترتیب میانگین فصلی زیتوده سخت پوستان به بیش از ۲/۴ گرم در متر مربع رسیده بود. اما همانطور که در این بررسی نشان داده شد (شکلهای ۲۹ و ۳۰) عمده زیتوده و فراوانی کفزیان مربوط به کرمها و حشرات بوده و سخت پوستان درصد بسیار اندکی از

زیتوده کفزیان را تشکیل داده‌اند، البته نباید حضور جنس *Macrobrachium* را نادیده گرفت (جدول ۴) که در برخی از استخرهای منطقه درصد بالایی از زیتوده را تشکیل می‌دهند (بطور مثال در بررسی خوال، ۱۳۸۶). این موجودات نقش دو گانه را در محیطهای استخری بازی میکنند؛ از یکسو غذای مورد نیاز کپور را مورد مصرف قرار داده و از سوی دیگر نمونه‌های ریز آن مورد تغذیه کپور قرار میگیرند.

بررسی و مقایسه خصوصیات زیستی و غیر زیستی استخرهای مورد بررسی برخی شباهتها و تفاوتها را نشان داده است. بطور کلی در پرورش ماهیان گرم آبی پلانکتونها در تولید فیتوپلاکت ۱۰۰٪، ماهی سرگنده ۷۰ تا ۱۰۰ درصد و کپور ۵٪ نقش ایفا مینماید (وینار آویچ، ۱۳۷۲). در این بررسی بیشترین فراوانی فیتو پلانکتونها در استخر ۱ و ۴ و کمترین فراوانی فیتوپلانکتونها در استخرهای ۲ و ۳ مشاهده گردید (شکلهای ۳۱ و ۳۲). میانگین تعداد فیتوپلانکتون استخرهای مورد مطالعه با مقادیر آن در سایر مطالعات پیشین استخرهای پرورش ماهی قابل قیاس میباشد، بطوریکه نسبت به پرورش متراکم (صمدزاده، ۱۳۷۳) در حد پائین تر و در مقایسه با مطالعه خوال (۱۳۸۶) در حد یکسانی قرار داشته است. میانگین فراوانی فیتو پلانکتونها در بررسی صمد زاده (۱۳۷۳) حدود ۱۹۰ میلیون در لیتر و در بررسی خوال (۱۳۸۶) حدود ۳۳ میلیون در لیتر بوده است.

فراوانی زئوپلانکتونها نیز در استخرها (شکلهای ۳۱ و ۳۳) از میانگین ۹۰۰ در استخر ۲ تا ۲۳۶۰ عدد در لیتر در استخر ۴ متغیر بوده که در مقایسه با مطالعه خوال با میانگین ۸۳۰۰ عدد در لیتر از میزان پائینتری برخوردار بوده است. میانگین فراوانی زئو پلانکتونها در پرورش متراکم کپور ماهیان (صمد زاده، ۱۳۷۳) حدود ۹۰۰ عدد در لیتر بوده است.

از نظر غالبیت شاخه کلووفیتا یا جلبک های سبز بیشترین فراوانی را در استخرهای مورد مطالعه نشان داده‌اند (شکل ۳۱)، اعضای این شاخه با دارا بودن کلروفیل های a,b مواد غذایی را بصورت نشاسته تولید و ذخیره میکنند. اکثراً به رنگ سبزچمنی دیده شده، این جلبکها بصورت تک سلولی، یا رشته های پر سلولی و یا کلنی هستند، اکثر اعضاء این شاخه ساکن آب شیرین هستند که به خوبی توسط ماهی ها تغذیه می شوند (اخذ شده از رحیمیان، ۱۳۵۷ و دیار کیان مهر، ۱۳۷۱). جنس *Ankistrodesmus* در بین گروههای پلانکتونی استخرها حضور بارز داشته است، بر اساس منابع گونه های این جنس در رودخانه ها و دریاچه های آب شور و شیرین در تمام

فصول سال دیده می شوند، همچنین در آبهای یوتروف و آبگیرهای کوچک بفرآوانی مشاهده میشود (Edmondson, 1959, Presscot, 1976, Tiffany & Britton, 1971).

فرآوانی کلی زئوپلانکتونها نیز در استخر ۴ بیشترین و در استخر ۲ کمترین بوده است و همانگونه که بیان گردید شاخه های Protoza و Rotatoria در استخرهای مورد بررسی غالب بودند و عمدتاً Ciliata از پروتوزوآ در منابع آبی غالب میشوند. ظاهراً افزایش کدورت آب غالبیت جمعیت پروتوزا را سبب میشود، وضعیتی که عمدتاً در استخرهای ۲ و ۳ مشاهده میگردد. در پرورش ماهی گروههای روتیفرها یا آب گردآنها و دافنی ها یا خاکشیاها از زئوپلانکتونها، اهمیت ویژه ای برای تغذیه تمامی بچه ماهیان نارس و انگشت قد و ماهیان پرورانبندی بویژه سرگنده و کپور معمولی دارند (قناعت پرست و همکاران، ۱۳۸۰). روتیفرها در زمره زئوپلانکتونهای هستند که بسیار مناسب بوده و در اندازه کوچک مناسب تغذیه خواهند بود، تحقیقات نشان داده که حدود ۲۰ هزار عدد روتیفر در یک لیتر آب موجود باشند لاروها سرعت رشد میکنند (میرهاشمی نسب، ۱۳۷۷).

تراکم فیتوپلانکتونها در محلهای زیست این سخت پوستان بسیار کمتر از استخرهای مورد مطالعه بوده بطوریکه فیتوپلانکتونها از ۵۸ تا ۱۶۲ هزار عدد در لیتر و زئوپلانکتونها از حداقل ۳۰ هزار تا ۳۳۰ عدد لیتر متغیر بوده اند (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳). این نکته بیانگر نقش کمتر پلانکتونها در تغذیه این موجودات بوده و از طرف دیگر نقش مهمتر عوامل هیدروشیمی را نشان میدهد.

همانگونه که از نتایج بررسی آشکار است (شکل ۳۵) میانگین وزن برداشت در استخرهای ۱ و ۴ بیشترین و میزان تلفات در استخرهای ۲ و ۳ بیشتر بوده است، اما میزان تولید نهایی در واحد هکتار استخر ۲ بیشتر بوده که میتواند در ارتباط با مصرف فیتو فاک و سرگنده قلمداد گردد که کمتر شدن تراکم کلی پلانکتونها را سبب شده است. بهره گیری بهتر استخر ۴ از آب تازه چاه از یک طرف و تحت تاثیر بودن بیشتر استخر ۱ در قبال کم آبی و آلاینده ها از دلایل کاهش تولید استخر ۱ نسبت به ۴ قلمداد میگردد، ضمن آنکه برداشت زود هنگام استخر ۱ تولید در واحد سطح کمتر آن را سبب شده است. کمترین تولید در استخر ۳ دیده شده که علاوه بر همراهی با زیتوده پلانکتونی پائین بیانگر کیفیت پائینتر آب آن بوده که در نتایج هیدروشیمی مشاهده میشود. بالاتر بودن مقادیر ترکیبات ازته TN , NH_4 , NO_3 در استخر ۳ در بیشتر زمانها و مقادیر کمتر فسفات از آنجمله دلایل بشمار میروند (جدول ۳). مقدار تغییر فسفات کل برای کیفیت آب به منظور ماهی پروری در سه سطح غیر متراکم

(کمتر از هزار کیلوگرم در هکتار) ۰/۱-۰/۰۵ میلیگرم در لیتر و برای تولید نیمه متراکم (هزار تا ۵ هزار کیلوگرم در هکتار) ۰/۳-۰/۱ میلیگرم در لیتر برای تولید متراکم (بیشتر از ۵ هزار کیلوگرم در هکتار) ۰/۷-۰/۳ میلیگرم در لیتر بیان گردیده است (اخذ شده از ملکی شمالی و صابری، ۱۳۷۸). البته فعالیت پرورش ماهی نقش مهمی در کاهش مواد مغذی ایفا مینماید و مطالعه (Lewkowicz, 1996) نیز نشان داده که این استخرها ۳۰ تا ۶۰ درصد فسفر و نیتروژن را در فصل رویشی از آب ورودی رودخانه کاهش می‌دهند.

مقایسه فاکتورهای هیدروشیمی استخرها با استانداردهای آبی پروری (جدول ۵) نشان داد که مقادیر سنجش شده در حد استاندارد قرار داشته‌اند و تنها در برخی از فاکتورها همچون اکسیژن محدودیتهای وجود دارد. احتیاج ماهیان به اکسیژن تابعی از سن و نوع آنها بوده و اگر اکسیژن محلول بیشتر از ۵ میلی گرم در لیتر باشد تولید و رشد ماهی حالت طبیعی خواهد داشت. روند کاهش ۵-۱ میلی گرم در لیتر باعث کاهش تولیدات شده و رسیدن اکسیژن محلول به کمتر از یک میلی گرم در لیتر طی چند ساعت مرگ و میر ماهیان را در بر دارد (Boyd, 1992).

تولید مطلوب در استخرهای کوچک ۲ و ۳ پیشنهاد طرح بهترین اندازه استخرهای پرورش ماهی را مطرح مینماید و بنظر میرسد کار بیشتر، مدیریت بهتر، امکان کنترل بهتر این استخر افزایش تولید در واحد هکتار را سبب خواهد شد.

جدول ۵) مقادیر استاندارد فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب در پرورش آبزیان

(اخذ شده از اسماعیلی ۱۳۷۹ و لازلو و تاماش (۱۹۴۰))

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب	حداقل و حداکثر در استخرهای مورد بررسی	حد استاندارد آبزیان
سختی کل (میلیگرم در لیتر)	۲۲۶-۳۵۲	۱۰-۴۰۰
هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتیمتر)	۱/۱۴-۲/۰۲	<۶۰۰۰
قلیائیت تام (میلیگرم در لیتر)	۱/۷-۴/۵	۱۰-۴۰۰
اکسیژن محلول (میلیگرم در لیتر)	۲/۵-۸/۵	۴
PH (میلیگرم در لیتر)	۷/۵۸-۸/۶۵	۶/۵-۹
درجه حرارت آب (سانتیگراد)	۲۴-۳۲	۱۸-۳۰
NO ₂ میلیگرم در لیتر	۰/۰۰۱-۰/۱۹	۰/۵
NO ₃ میلیگرم در لیتر	۰/۰۰۵-۰/۵۴۲	۱۵
NH ₄ ⁺ میلیگرم در لیتر	۰/۰۰۵-۰/۱۸	۳
NH ₃ آزاد میلیگرم در لیتر	۰/۱۵۷-۰/۷۵۴	۰/۱

پیشنهادهای

همانطور که گفته شد وجود دو فرم سازگار در شوریه‌های مختلف (Vorobyova, & Nikonova, 1987) گونه *P. maeoticus* قابل تأمل بوده و تأیید صحت مطالعات ریخت‌شناسی و روشهای ملکولی این گونه در دو حوزه سیاه و خزر توسط (Nahavandi et al., 2009) قادر خواهد بود عدم توفیق سازگاری این گونه را توجیه نماید و بهره‌گیری از فرمی که سازگاری بیشتری با آب شیرین را داشته باشد را تقویت نماید.

در مرور مطالعات انجام گرفته برخی نکات مبهم وجود دارد که ارجحیت گونه *D. hamobaphs* را نسبت به *P. maeoticus* نشان میدهد. بنظر میرسد با وجود اوری هالین بودن هر دو گونه بهترین شرایط رشد در آب شیرین مربوط گونه *D. hamobaphs* باشد که بیشترین هماوری و بیشترین میزان تولید و طولانی‌ترین زمان تولید مثل حدود ۷ ماه (وریوآ و نیکونوآ، ۱۹۸۷) مشاهده شد. بنظر میرسد انتخاب گونه سازگار در آب شیرین که فراوانی قابل توجه داشته و همانند گونه *Obesogammarus acuminatus* کم‌تعداد نباشد، نتیجه بهتری را حاصل خواهد داد.

بواسطه مشکلات مطرح شده در این گزارش بنظر میرسد تکرار فاز دوم پروژه یعنی سازگاری دوجورپایان در استخرهای پرورشی ضروری باشد.

بنظر میرسد که آزمون فرضیه سازگاری دوجورپایان در استخرهایی که برای پرورش ماهی با آب لب شور طراحی می‌شوند ضروری باشد که انجام یک طرح تحقیقاتی در این ارتباط پیشنهاد میگردد.

باتوجه به نتایج حاصل از سنجش فلزات سنگین در این بررسی استفاده مستقیم از این موجودات بعنوان تغذیه دام و طیور سبب انتقال و تجمع این فلزات در موجودات مصرف کننده شده که به لحاظ سلامت عمومی جامعه اهمیت زیادی دارد. بهره‌گیری از آنها در مناطق کمتر آلوده توصیه شده و در این راستا پایش زیست محیطی سواحل دریای خزر توصیه میگردد. در همین راستا برآورد ذخایر و تولیدات ثانویه این موجودات در سواحل دریای خزر بواسطه تغذیه بچه ماهیان توصیه میگردد.

تشکر و قدردانی

این پروژه با همکاری، مشارکت و کمکهای مستمر و صمیمانه آقای مهندس ناعمی مالک شرکت گاما به انجام رسید که گامی ارزشمند در راستای همکاری تحقیقات و بخش غیر دولتی بشمار میرود. ضمن تشکر صمیمانه از ایشان امید است در پروژه های آتی از امکانات چنان واحدهایی بهره لازم برده شود تا مسیر ترویج طرحهای با بازدهی مثبت کوتاهتر گردد.

این پروژه با همکاری و تلاش وافر همکاران بخش اکولوژی و ایستگاه تحقیقات تغذیه آبزیان ساحل غازیان به انجام رسید و بدینوسیله از این همکاران خانمها مکارمی، برقی و مددی و خطیب و آقایان سبک آرا، دقیق، بابایی، سیامک باقری، آرمودلی، مرادی، مقصودی، جواد شوندشت، صیادرحیم، زحمتکش، صداقت کیش، خوشحال، نوروزی کمال تشکر را دارم.

از مدیران و مسئولین پژوهشکده آبی پروری که در تصویب، همراهی و فراهم آوری امکانات لازم اینجانب را یاری نمودند تشکر میگردد از آقایان دکتر خانی پور و کریم مهدی نژاد روسای سابق پژوهشکده، آقای مهندس خداپرست معاون تحقیقاتی سابق و خانم دکتر فلاحی ریاست کنونی پژوهشکده و معاونت اداری مالی پژوهشکده آقای مهندس عاشور زاده

از اساتید و مسئولینی که با ارائه مشاوره درخور در برخی مقاطع زمانی، همچنین در تدوین گزارش نهایی اینجانب را یاری نمودند؛ شورای پژوهشی موسسه تحقیقات شیلات ایران، همچنین آقایان دکتر مهدی نژاد، دکتر بهمنش و داوران محترم آقایان دکتر حافظیه، دکتر سپهداری و مهندس شعاع حسنی تقدیر و تشکر میشود. از همکار و دانشجوی گرامی آقای علی داخه که کمکهای زیادی در فاز آزمایشگاهی پروژه در زمینه پرورش کپور و ناجورپایان نمودند کمال تقدیر و امتنان را دارم.

از همکاران واحد ترابری و پشتیبانی که با تدارکات لازم امکان انجام پروژه را فراهم نمودند تشکر میشود

منابع

- احمدی م. ر.، ش. صافی، ب. بوجونر، ع. گرامی، س. رعنائی سیادت، ر. خدارحمی، ۱۳۸۵. گاماروس دریای خزر (*Pontogammarus maeoticus*) بعنوان یک منبع کاروتنوئیدی به منظور رنگین کمان ماهیچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مجله علوم شیلاتی ایران انگلیسی. (۵) ۱. 1-12
- اسماعیلی ع. ۱۳۸۳. هیدروشیمی بنیان آبرزی پروری. انتشارات اصلانی. ۲۴۹ صفحه.
- بابایی و همکاران، ۱۳۸۷. مقایسه مقادیر فلزات سنگین (مس، سرب، کادمیوم، روی و آهن) در کپورهای تغذیه شده با ناجورپای *Pontogammarus maeoticus* دریای خزر و کپورهای پرورش یافته در استخر. اولین همایش منطقه ای آبرزی پروری نوین و توسعه پایدار. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل. ص ۱۶۳ و صفحات ۴۹۵-۵۰۱.
- بیرشتین و رومانوآ، ۱۹۶۸. اطلس بی مهرگان دریای خزر. ترجمه ل. دلیناد و ف. نظری ۱۳۷۹. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۱۰ ص. پروانه، و، ۱۳۷۱. کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی موادغذایی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۵ ص
- پری زنگنه، ک. تاکان، ۱۳۸۶. بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات سطحی سواحل دریای خزر در ایران. آب و فاضلاب. شماره ۶۳ صفحه ۱۲ تا ۲.
- تاکون آ. جی. ۱۳۸۴. غذا و تغذیه ماهی و میگو پرورشی، دستور العمل آموزشی مواد مغذی ضروری. ترجمه ن. بشارتی. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۸۹ صفحه.
- حاجی مراد لو ع.، ا. عبدلی، ر. قربانی، ۱۳۸۱. بررسی عادات غذایی ماهیان خاویاری نرس قره برون (*persicus Borodini, 1897 Acipenser*) و چالباش (*A. guldenstaedti Brandt, 1833*) در سواحل جنوب شرقی دریای خزر، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال نهم. شماره ۲. صفحات ۱۵۱-۱۳۹.
- حسینی ع. ۱۳۷۷. بررسی روندتغییرات و میزان فلزات سنگین (کادمیم، مس، روی، سرب) در گاماروسهای مصب رودخانه های سواحل دریای خزر (نور تا فریدونکنار). پایان نامه کارشناسی ارشد.

- حسینی ع.، م.ش. فاضلی، ع. ریاحی، ۱۳۷۹. سنجش کمی عناصر سنگین در گاماروس های مصب رودخانه های جنوب شرقی دریای خزر. پژوهش و سازندگی. شماره ۴۶. صفحات ۳۸-۴۳.
- خلجی پیربلوطی، ۱۳۸۱. مطالعه گونه ها و جمعیت‌های دوجورپایان Amphipoda استان چهارمحال و بختیاری (با هدف کشت و پرورش)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، دانشکده علوم. ۱۹۲ صفحه.
- داخه ع. ر.، ۱۳۸۶. پرورش ناجورپای *Pontogammarus maeoticus* جهت تغذیه ماهی کپور. پایان نامه کارشناسی. مرکز آموزش عالی علمی - کاربردی علوم و صنایع شیلاتی میرزا کوچک خان (رشت). ۵۱ صفحه
- دیار کیان مهر، ه.، ۱۳۷۱. مبانی جلبک شناسی. جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۵۲ صفحه.
- رحیمیان ح.، ۱۳۵۷. جلبک شناسی. دانشگاه ملی ایران، تهران. ۴۰۸ صفحه.
- زنکوویچ ل. ا. زندگی حیوانات جلد دوم، ترجمه حسین فرپور ۱۳۶۳، انتشارات شورای پژوهش‌های علمی کشور، تهران، ۵۷۴ ص.
- سیف آبادی ج. ح. نگارستان، ب. مقدسی، ۱۳۸۲. ترکیبات عمده شیمیایی گاماروس (*Pontagammarus maeoticus*) در طول سواحل جنوبی دریای خزر، مجله علوم دریایی ایران دوره ۳ شماره ۱ صفحه ۵۵-۵۱
- صمد زاده م.، ۱۳۷۳. افزایش تولید انواع کپور ماهیان در واحد سطح به روش چینی - مرکز تحقیقات شیلات گیلان ۲۸ صفحه
- عابدیان ع.، م.ک. خالصی، م. لشکری، م. ر. حیدری، ۱۳۸۲. بررسی تولید مثل و رشد گاماروس دریای خزر (*Pontogammarus maeoticus*) در شرایط آزمایشگاهی. مجله علوم و فنون دریایی ایران. ۲(۳-۲): صفحات ۵۱ تا ۵۷
- علوی یگانه م.ص.، ع. عابدیان کناری م.، رضایی، ۱۳۸۶. اثر استفاده از آرد گاماروس دریایی و رودخانه ای به عنوان مکمل غذایی بر رشد بقای لارو ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*O. mykiss*). پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان شماره. صفحه ۱۲۳-۱۱

- قاسموف آ. گ. ۱۹۹۴. اکولوژی دریای خزر. ترجمه ا. شریعتی. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۷۲ صفحه.
- فناخت پرست و همکاران، ۱۳۷۷. پرورش ماهیان گرمابی (عمومی) - معاونت تکثیر و پرورش آبزیان، اداره کل آموزش و ترویج، ص ۲۰۳.
- لازلو هوروات، گیزلا تاماش ۱۹۴۰. پرورش ماهی کپور و سایر ماهیان پرورشی (ماهیهای علفخوارچینی، لای ماهی، ماهی طلایی، اردک ماهی سوف و اسبله). ترجمه ک. مهدی نژاد و ح. خارا ۱۳۸۱. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۷۱ صفحه.
- لالویی و همکاران ۱۳۸۳. گزارش نهایی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگیهای زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. کد پروژ ۱۰-۰۷۱۰۱۴۲۰۰۰-۷۷ شماره فروست ۸۳/۴۹۴. ۳۹۴ صفحه
- ملک شمالی، م. ح. صابری، ۱۳۷۸. گزارش نهایی بررسی شرایط فیزیکی و شیمیایی آب سد مخزنی مهاباد. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان. بندرانزلی. ۱۲۸ صفحه.
- معینی س. م.، ربانی، م. ثابتیان، ۱۳۸۵. تاثیر مواد آنتی اکسیدان بوتیل هیدروکسی آنیزول و پلی فسفات سدیم بر روی زمان ماندگاری خرچنگ دراز آب شیرین دریای خزر (*Astacus leptodactylus*) منجمد شده در برودت ۱۸- درجه سانتیگراد. مجله علمی شیلات ایران. صفحات ۱۳۹-۱۵۲.
- مقصودی ب. م.، حق پناه، م. ر. اسکاش، ۱۳۷۷. پرورش توام ماهی. انتشارات معاونت تکثیر پرورش آبزیان شیلات ایران ۳۵۹ صفحه.
- مهدوی ا. ب. حسن زاده کیابی، م. امیدوار آشتیانی، ۱۳۸۱. تعیین سمیت حاد علف هرزکش بوتاکلر بر روی گاماروس سواحل جنوبی دریای خزر. علوم و تکنولوژی محیط زیست پاییز (۱۴): ۴۷-۵۶.
- میرهاشمی نسب، میرفخرالدین ۱۳۷۷. مدیریت مزارع پرورش ماهیان گرم آبی. گزارش دوره آموزش کوتاه مدت مرکز آموزش علمی کاربردی علوم و صنایع شیلاتی میرزا کوچک خان. مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر. ۸۰ صفحه.

- میرزاجانی ع. ر. و نادری س. ۱۳۷۳، بررسی مقدماتی ناجورپایان سواحل جنوبی دریای خزر در ۷۳- ۱۳۷۱ معرفی یک گونه جدید از اعماق دریای خزر، پایان نامه دوره کارشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- میرزاجانی ع. ر.، ۱۳۸۳. بررسی بیولوژی گاماروس در سواحل جنوبی دریای خزر و توان تولید آن در استخرهای خاکی. گزارش طرح تحقیقاتی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و موسسه تحقیقات شیلات ایران. شماره ثبت ۸۳/۱۸۰. ۱۵۶ ص.
- میرزاجانی ع. ۱۳۸۵. پروژه بررسی لیمنولوژیکی تالاب انزلی بر مبنای مطالعات ده ساله (۱۳۷۰-۱۳۸۰) با استفاده از GIS (کد ۸۳۰۶۱-۰۴-۰۰۰۰-۲۰۰۰۰۰-۰۳۱-۲). چاپ سازمان تحقیقات و آموزش وزارت جهاد کشاورزی. ۱۰۱ صفحه.
- میرزاجانی ع. ج. دقیق روحی، ر. آرمودلی، م. مرادی و س. باقری ۱۳۸۸. بررسی ترکیب شیمیایی پنتوگاماروس دریای خزر و کپورهای تغذیه شده با آنها. نخستین همایش ملی منابع شیلاتی دریای خزر. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۸-۲۹ آبان. ص. ۷.
- میشل وی. کی.؟ تکثیر و پرورش ماهی کپور. ترجمه ج. ولی الهی. ناشر معاونت طرح و برنامه شیلات ایران. ۲۱۹ صفحه نیو، م. ۱۹۳۲. غذا و تغذیه ماهی و میگو. دستور العمل تهیه غذای ترکیبی و استفاده از آنها در پرورش ماهی و میگو. ترجمه و ویرایش ع. متین فر و ش. دادگر ۱۳۷۲. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۴۰ صفحه.
- وروپوا آ. و ر.س. نیکونوا، ۱۹۸۷a. گاماریده های *Niphagoides maeoticus* (Sowinsky) و *Dikerogammarus*
- *Haemobaphes* (Eichwald) بعنوان موجودات پرورشی. ترجمه یونس عادل (۱۳۷۸).
- وروپوا آ. و ر.س. نیکونوا، ۱۹۸۷b، آمفی پودهای دریای خزر و اهمیت شیلاتی آنها. ترجمه یونس عادل (۱۳۷۹). مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر.
- یابلونسکایا، آ ۱۹۸۵، دریای خزر فون و تولیدات بیولوژیک، جلد سوم، ترجمه شریعتی ا. ۱۳۷۱، مرکز تحقیقات شیلات گیلان، (بندر انزلی) صفحات ۱۲۰ تا ۲۶۳.

• یار محمدی ف. ۱۳۸۶. بررسی سرعت جذب و تعیین میزان سمیت LC50 فلز کادمیوم در گاماروس

maeoticus (*pontogammarus*) سواحل استان گیلان (انزلی). رساله کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی.

واحد علوم و تحقیقات. ؟ ص.

- American Public Health Association (APHA), 1992. Standard method for the examination of water and waste water. 8 th ed. P 3-1.
- Barnes, R. D. , 1987. Invertebrate zoology. Saunders College publishing. 743 pages.
- Birstein J. A. & N. N. Romanova 1968. Otriad Bokoplavy, Amphipoda , 241---290 in ; Atlas
- Bespozvonochykh Kaspiiskogo Moria(Moscow: Pishchevaia Promyshenost)Ciusa W. and M. Giaccio, 1984. In: Cacucci , F . editor , Bari , Italy. Probleme degli oligoelementi nelle specie ittiche dei mari italiani. 227
- Clason B. ,B. Gulliksen, G.P.Zauke, 2003. Assessment of two-compartment models as
- predictive tools for the bioaccumulation of trace metals in the amphipod *Gammarus oceanicus* Segerstrale, 1974 from grunnfjord (Northern Norway).
- Clesceri , L. S. , A. E. Greenberg , R. R. Tyussel (1989): Standard methods for the examination of water and wastewater. American public Health Association. pp. 10-102.
- Degani ,G ., Viola , S. Y. Yehuda, 2008. Apparent digestibility coefficient of protein sourcesfor carp *Cyprinus carpio* L. Journal of agriculture research. Vol. 28 issues.pages23-28
- Devin S. J. , N. Beised, 2007. Biological and ecological characteristics of invasive Species: A gammarid study. Biological Invasions 9:13-24.
- Derzhavin A. N. , G. M. Pjatakova, 1968. A new species of amphipod of genus *Niphargoides* from Caspian Sea. Crustaceana , 15 (1): 98-100
- Garanina, S. N., 1984. Effect of heavy metals of some aspects of carbohydrate metabolism in Caspian Sea gammarids. Hydrobiol J. vol. 20, no. 4, pp. 69-71.
- Edmonson, W. T., 1959. Fresh water biology. John Wiley and sons Inc. New York 1248 P. Haus N. ,S. Zimmermann, J.Wiegand, B.Sures, 2007. Occurrence of Platinum and additional traffic related heavy metals in sediments and biota . Kasymov A.G., V.M. Gasanov, 1987. Effect of oils and oil-products on crustaceans. Water- Air-Soil-Pollut. , vol. 36, no. 1-2, pp. 9-22
- Kasymov, A. G. ,1994. Ecologia kaspiisko ozera. – Izdatelstva Azarbaijan.
- Kruschwitz L. G., 1978. Environmental factors controlling reproduction of the amphipod
- *Hyalella azteca*. Proc. Okla. Acad. Sci. 58: 16-21
- Lewkowicz, S 1995. Effect of carp ponds on the nutrient composition of riverine water supplying the Goczalkowice Reservoir. Acta Hydrobiologica (Cracow) [Acta Hydrobiol. (Cracow)]. Vol. 37, pp. 37-44. 0 Jan 1995.
- Mirzajani A. R. 2003, A study on population biology of *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894) in Bandar Anzali, southwest Caspian Sea. Zoology in the Middle East 30, 2003: 61-68.
- Mirzajani, A. R. & B. Kiabi , 2000. Distribution and abundance coastal Caspian amphipoda(Crustacea) in Iran. – Pol. Arch. Hydrobiol. 47: 511–516.
- Mirzajani A. R., A. A. Daghteh , 2007. Production of *Pontogammarus maeoticus* in vitro13th international colloquium on Amphipoda; 20–25 May, Tihany, Hungary. page 29.
- Mordukhai-Bolotovskoi, P. D. ,1979. Composition and distribution of Caspian fauna in the light of modern data. Internationale Revue für die gesamte Hydrobiologie 64: 1–38. Nahavandi N. V. Ketmaier, R. Tiedemann, 2009. phylogeography and rates of molecular and morphological changes in the Ponto-Caspian amphipod *Pontogammarus maeoticus* (sowinsky, 1894). 14. Crustaceoiogentagung. 2.5 April, Rostock. Page: 66 Naylor C., J. Adams, P. Greenwood, 1988. Population dynamic and adaptive sexual strategies in a brackish water crustacean, *Gammarus duebeni*. J. of Animal Ecology. 57: 493-507.
- Presscot, G. W.1970. The fresh water algae. Brown company publisher. USA. 348
- Sars,G.O. 1895 . Crustacea Caspian Amphipoda , 3 & Bulletin de l.Academie imperiule des sciens de st.— Petersburg, (5) 3 (3), 275 --- 314, pls.
- Soldatova, I.N., 1986. Eco-physiological properties of *Pontogammarus maeoticus* (Amphipoda) in a salinity gradient. MAR. BIOL. vol. 92, no. 1, pp. 115-123
- Stock, J. H. , 1974. The systematics of certain Ponto-Caspian Gammaridae (Crustacea ,

- Amphipoda). – Mitteilungen aus den Hamburgischen Museum und Institut 70: 75–95, Hamburg.
- Stock, J. H., A. R. Mirzajani, R. Vonk, S. Naderi & B. Kiabi, 1998. Limnic and brackish water Amphipoda (Crustacea) from Iran. – Beaufortia 48: 163–224.
- Tiffany, L. H. and Britton, M. E. 1971. The algae of Illinois. Hanfer Publishing company, New York. 407 P.
- Vader W., 2003. How many amphipod species? XI th international colloquium on amphipoda. Tunis March 25-30; Page 43-44.
- Vorobyova, A. A. & R. S. Nikonova, 1987. Gammarids *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald) and *Niphagoides maeoticus* (Sowinsky) as aquaculture species. Zh. Hidrobiologii 23(6): 52–56.
- Vorobyova, A. A., 2004. Rearing of Some species of Carpian Crustaceans at fish farms. CasphNich. Astrakhan. 139 page.
- Yakovlev, V. 2000. Occurrence of *Gammarus lacustris* G. O. Sars (Amphipoda) in the north-eastern Fennoscandia and the Kola Peninsula in relation of natural and anthropogenic factors. Pol. Arch. Hydrobiol. 47: 3-4, 671-680.
- Watling R. J., 1981. A manual of Method for use in the South Africa Marine pollution programs. south African National Scientific programmers, Report 44, 82 pp
- Zauke G. P., B. Clason, V. M. Savinov, T. Savinova, 2003. Heavy metals of inshore Benthic invertebrates from the Barents Sea.

Abstract

Use and enrichment of live food resource in fish farms have been interested and highly demanded. Crustacean are one of the important groups. The *Pontogammarus maeoticus* dominated in southern Caspian sea shore with a high abundance. This study was designed in order to adaptation and usage of amphipoda in fish culture ponds.

The first part have been surveyed the laboratory experiments including of; to increasing and developing of *P. maeoticus* in 200 liter container, the effects of salinity on growth and survival of amphipods in many aquariums, the culture of common carp with amphipods and growth determination of them. Chemical composition analysis of *P. maeoticus* and carps fed by amphipods in compare to cultured carps from ordinary ponds. Due to concern about common healthy the heavy metal concentration has been measured in *P. maeoticus*, carp which were fed by amphipods and the cultured carps in earth ponds. In second phase; the adaptation of two amphipods species, *P. maeoticus* and *Obesogammarus acuminatus* was studied in fish ponds where some cages with sandy soft substrate had been provided for amphipoda replacement. Also a small surface of ponds surrounded by net and covered by *Azola* plant, a habitat suitable for to putting of *O. acuminatus*.

Production of amphipoda had not the successfully results in large tanks. Aquariums with Caspian sea water had the prosper results where the specimens were breeding and developing properly, even thought in some aquarium with freshwater increased the amphipods number. The chemical composition had not significant difference between two kind of cultured carps while the organic component in amphipoda had a high quality. The better quality of cultured carp by amphipod diet have been confirmed by organoleptic test. The results of heavy metal measurement in amphipoda showed a high concentration which some of them were transmitted to cultured carps. Result of amphipoda replacement in cage was not satisfy and the specimens were died after some days. According to hydro-chemical parameters the oxygen poorness and high trophy levels were the affective factor to abolish of specimens in cages. It seems that there are many type of *P. maeoticus* that can be adapted in different salinities. The molecular differentiation should be investigated to choose the suitable type of this spices for utilization in freshwater fish ponds. In other hand it can be used in fish culture ponds that will be supplied by brackish water.